



**UNIVERSIDADE DO MINDELO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E RECURSOS DO MAR**

## **CURSO DE LICENCIATURA em ENGENHARIA EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**RELATÓRIO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
**ANO LETIVO 2017/2018 – 4º ANO**

**Tema: Sistema Ecológico de Produção de Gelo para Conserva do  
Pescado Utilizando Energia Fotovoltaico**

**Autor: Willian Stivan Monteiro Lopes, N.º 3554**

**Orientador: Eng.º Hernâny M. do Rosário Monteiro**

**Mindelo, 2018**



**CURSO DE LICENCIATURA em  
ENGENHARIA EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**RELATÓRIO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANO LETIVO 2017/2018 – 4º ANO**

**Sistema Ecológico de Produção de Gelo para Conserva do Pescado  
Utilizando Energia Fotovoltaico**

**A U T O R:** Willian Stivan Monteiro Lopes, N.º 3554

**O R I E N T A D O R:** Eng.º Hernâny Medina do Rosário Monteiro

**Mindelo, 2018**

**Willian Stivan Lopes Monteiro**

**Sistema Ecológico de Produção de Gelo para Conserva do Pescado  
Utilizando Energia Fotovoltaico**

Projeto de trabalho de conclusão do curso, apresentado à Universidade do Mindelo como parte dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia em Energias Renováveis.

Orientador:

Eng.º Hernâny Medina do Rosário Monteiro

Mindelo, 2018

*Dedico este trabalho principalmente a minha mãe, por ser a pessoa mais importante da minha vida, meu incentivo, meu guia, socorro presente na hora da angústia, e a minha família em geral.*

## **Agradecimento**

O presente relatório não seria possível sem toda a ajuda e paciência que recebi por parte de muitas pessoas. Gostaria de agradecer a todos aqueles que esclareceram pacientemente as dúvidas que lhes coloquei.

Quero agradecer a Deus. A todos aqueles que mostraram sempre a maior disponibilidade para me ajudar no desenvolvimento deste trabalho devo um enorme obrigado.

Um grande obrigado ao Engenheiro Hernâny do Rosário por toda a ajuda e orientação.

Por último, gostaria de agradecer à minha inestimável família, principalmente a minha querida mãe pelo constante apoio e incentivo e a todos os meus colegas e amigos que estiveram comigo durante todo este tempo, não deixando de referir a minha namorada que sempre esteve ao meu lado.

*“O uso da energia solar não foi aberta porque a indústria do petróleo não possui o sol.”*  
*Ralph Nader.*

*Não herdamos a terra dos nossos antepassados, nos a emprestamos dos nossos filhos.*  
*Nativo Proverbio americano.*

## **Resumo**

O presente projeto tem por tema “Sistema Ecológico de Produção de Gelo para Conserva do Pescado Utilizando Energia Fotovoltaico” e tem por objetivo desenvolver um sistema capaz de aliar as energias renováveis nomeadamente a energia solar fotovoltaica a produção de gelo de forma a conservar o pescado da zona piscatória de São Pedro e não só. O sistema será confinado a dois containers de forma a tornar o sistema mais pratico e versátil podendo este ser adaptado a qualquer zona de Cabo Verde ou mesmo do continente Africano.

O sistema se carateriza por ser Hibrido logo acoplará baterias ou outra forma de energia de modo a que ate a noite possa haver produção de gelo, e aumentando assim a eficiência do sistema.

Para a elaboração de tal projeto irá se recorrer a um conjunto de Softwares de desenho técnico e dimensionamento de tecnologias fotovoltaicas.

Por fim o sistema deverá ser capaz de produzir quantidades aceitáveis de gelo de modo a combater a forte procura deste bem por parte dos pescadores assim como ser amigo do ambiente e utilizar baixos níveis de energia.

Palavras-chave: Sistema Hibrido Fotovoltaico, Gelo, Pesca.



## **Abstract**

This project has the theme "Ecological Ice Production System for Preserving Fish using Photovoltaic Energy" and aims to develop a system capable of combining renewable energies, namely photovoltaic solar energy and the production of ice in order to conserve the fish of the fishing area of St. Peter and beyond. The system will be confined to two containers so as to make the system more practical and versatile, which can be adapted to any area of Cape Verde or even the African continent.

The system is characterized by being Hybrid will soon couple batteries or other form of energy so that until the evening there may be ice production, thus increasing the efficiency of the system.

For the elaboration of such project will resort to a set of Software of technical design and dimensioning of photovoltaic technologies.

Finally, the system must be able to produce acceptable amounts of ice in order to combat the strong demand for this good by fishermen as well as being environmentally friendly and using low energy levels.

Keywords: Photovoltaic Hybrid System, Ice, Fishing.

## Lista de Abreviaturas

A	Ampere
AC	Corrente Alternada
Ah	Ampere-hora
a-Si	Amorfo
°C	Graus Centígrados
DC	Corrente continua
H <sub>2</sub> O	Água
INE	Instituto Nacional de Estatística
INDP	Instituto Nacional de Desenvolvimento e Pesca
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
m-Si	Monocristalino
NaCl	Cloreto de sódio
O	Oxigénio
P	Potencia
p-Si	Policristalino
PV	Fotovoltaico
S	Potencia Aparente
T	Toneladas
V	Tensão
VAC	Tensão alternada
VDC	Tensão Continua
KW	Kilowatt
KWh	Kilowatt-hora
W	Watt
Wh	Watt-hora

# Índices

Agradecimento.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Abreviaturas .....	viii
Índice de Tabelas .....	xi
Índice de Figuras .....	xii
Introdução.....	12
Objetivos do Projeto .....	13
Justificação.....	14
Metodologia .....	15
Capítulo I.....	16
1. Estado da Arte .....	16
1.1. Importância da utilização do gelo na conserva do pescado .....	16
1.2. Estrutura do gelo e sua importância.....	18
1.3. Técnicas empregadas para aumentar o ponto de fusão do Gelo .....	20
1.4. As energias renováveis aliadas a produção do gelo.....	22
1.5. O sol como fonte de energia .....	23
1.5.1. Energia Solar .....	25
1.5.2. Energia solar fotovoltaica.....	26
1.5.3. Sistemas fotovoltaicos.....	28
1.5.4. Componentes básicos dos sistemas fotovoltaicos .....	31
1.5.4.1. Módulos fotovoltaicos.....	31
1.5.4.1.1. Associação dos módulos fotovoltaicos .....	33
1.5.4.1.1.1. Associação em série:.....	33
1.5.4.1.1.2. Associação em Paralelo .....	34
1.5.4.1.2. Características elétricas dos módulos fotovoltaicos .....	35
1.5.4.2. Inversores.....	37
1.5.4.2.1. Classificação dos inversores .....	38
1.5.4.3. Baterias .....	39
Capítulo II.....	42

<b>2.</b>	<b>Estudo de Caso .....</b>	<b>42</b>
2.1.	Sector da Pesca em Cabo Verde.....	42
2.2.	Pesca e Produção de gelo em São Vicente .....	45
2.3.	Localidade Piscatória de São Pedro.....	49
2.4.	Seleção do Congelador .....	50
2.5.	Seleção dos Containers.....	53
2.6.	Caraterização da Carga Elétrica do Sistema.....	54
2.7.	Dimensionamento do sistema Fotovoltaico (Homer) .....	55
2.8.	Tipologia das Ligações do Sistema.....	58
2.9.	Custos do Sistema e Amortecimento .....	59
2.10.	Vantagens e Desvantagens do Sistema .....	60
2.11.	Impactes Socioeconómicos e Ambientais .....	61
2.12.	Resultados Finais.....	62
<b>3.</b>	<b>Recomendações e Trabalhos Futuros .....</b>	<b>63</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>64</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>67</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Caraterísticas da pesca artesanal em Cabo verde .....	43
Tabela 2: Caraterísticas da pesca industrial em Cabo Verde.....	44
Tabela 3: Quantidades e tipos de pescados durante os anos de 2012 a 2016 em Cabo verde .....	44
Tabela 4: Constituintes do Sistema de Produção de gelo da Salamansa .....	48
Tabela 5: Consumo em gelo das embarcações de São Pedro .....	50
Tabela 6: Caraterísticas do Congelador.....	52
Tabela 7: Distribuição da carga pelas horas do dia .....	54
Tabela 8: Resumo dos dados fornecidos pelo Homer .....	55
Tabela 9: Caraterísticas do Inversor EFFEKTA.....	56
Tabela 10: Caraterísticas do Módulo selecionado .....	56
Tabela 11: Caraterísticas das baterias selecionadas .....	57
Tabela 12: Cabos e Secções necessários .....	58
Tabela 13: Custos dos equipamentos do sistema.....	59
Tabela 14: Resultados obtidos com o projeto.....	62

## Índice de Figuras

Figura 1: Estrutura do gelo .....	19
Figura 2: Estrutura cristalina de Cloreto de Sódio .....	21
Figura 3: Composição do Sol .....	24
Figura 4: Componentes de um sistema PV.....	28
Figura 5: Esquema de um sistema isolado .....	29
Figura 6: Esquema de um sistema on-grid .....	30
Figura 7: Esquema de um sistema Híbrido.....	31
Figura 8: Curva I-V de um módulo de 220W.....	34
Figura 9: Curva da soma de correntes de uma associação em paralelo.....	35
Figura 10: Ilha de São Vicente .....	46
Figura 11: Complexo de pesca e gelo de Cova d' Inglesa .....	47
Figura 12: zona piscatória São Pedro .....	49
Figura 13: Congelador modelo CV3000 .....	51
Figura 14: Desenho Técnico do Congelador .....	52
Figura 15: Modelo de containers propostos .....	53
Figura 16: Diagrama de Carga do Sistema.....	54
Figura 17: Constituintes principais do sistema.....	57
Figura 18: Desenho técnico do sistema .....	62

## **Introdução**

Cabo Verde sendo um país insular e rodeado pelo oceano Atlântico desde sempre teve na pesca uma via de sustento e desenvolvimento com muitas famílias dependentes deste recurso natural.

Segundo relatórios da INE em 2016 o nosso país contava com cerca de 5078 pescadores distribuídos pela pesca artesanal e industrial, podendo assim observar a grande ligação do povo Cabo-verdiano ao mar que o rodeia.

Sendo um país sem recursos minerais de grande valor comercial, sempre houve grande necessidade de se apoiar nos recursos humanos e pelas atividades primarias como a pesca e a pecuária, atividades que também se refletem fortemente na cultura e estrutura do país.

Muitos são os problemas que tem afligido a pesca em Cabo Verde principalmente a pesca artesanal, falta de motores nas embarcações, má qualidade das redes e linhas de pesca, falta de subsídios e meios de aquisição de materiais, etc.

Mas os problemas associados a conservação do pescado é sem dúvida um dos mais graves e recorrentes entre a população de pescadores do país, a uma grande necessidade de se criarem alternativas viáveis para a produção de gelo de qualidade para aumentar o rendimento da pesca e dinamizar este mercado.

É neste contexto que o atual projeto visa criar uma alternativa eficiente e ecológica para a produção de gelo, recorrendo as energias renováveis de forma a conseguir em simultâneo um gelo de qualidade e a preços consideravelmente mais acessíveis.

Graças a versatilidade do projeto e sua capacidade de ser modificado a necessidade da localidade, esta trás muitas vantagens e melhora consideravelmente a possibilidade de se ter um produto final mais barato e competitivo.

## **Objetivos do Projeto**

O presente trabalho referente tem uma serie de objetivos específicos e um objetivo geral que atuam como fio condutor de toda a investigação que se irá decorrer durante o processo de elaboração deste trabalho. Assim abaixo se apresentam os seguintes objetivos.

Como Objetivo Geral definiu-se o seguinte:

- Criar um sistema ecológico de produção de gelo em containers e alimentado pela energia solar fotovoltaica em tipologia hibrida.

Já a nível de objetivos específicos definiu-se os seguintes:

- Compreender os processos de produção de gelo;
- Estudar as tipologias e funcionamentos das centrais Fotovoltaicas;
- Projetar em Software de desenhos técnicos a central proposta;
- Dimensionar em Software o sistema Fotovoltaico;
- Analisar a viabilidade técnica e financeira do projeto;
- Analisar os impactes socio ambientais.



## **Justificação**

O presente projeto justifica-se pela crescente necessidade de se criar sistemas de produção de gelo que sejam economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

Visto que a pesca é um dos mais importantes setores económicos do país e fonte de rendimento de muitas famílias e comunidades esta deve ser observada de perto e dinamizada para que cresça e aumente os seus rendimentos.

Com tais pontos em consideração vê-se possível desenvolver um sistema modular em containers que possa abrigar uma pequena central de produção de gelo e alimentado com energia solar fotovoltaica.

Graças ao sistema modular em containers este poderá ser mais versátil e de maior mobilidade além de ser menos dispendioso do que infraestruturas de concreto.

Já o sistema fotovoltaico de tipologia híbrida além de proporcionar um título de ecológico também servirá para reduzir consideravelmente o custo final do gelo produzido para que os pescadores possam dinamizar a sua atividade.

Em suma é preciso apoiar e dinamizar esta atividade que a muito tem sido o principal sustento de muitos Cabo-verdianos principalmente num país que pretende tornar o mar e seus recursos uma plataforma de desenvolvimento.

## **Metodologia**

Qualquer trabalho académico e científico deve obedecer um conjunto metodológico confiável e capaz de guiar a pesquisa a um bom porto de forma a garantir a coerência e qualidade do trabalho realizado.

Visto isso a metodologia empregue neste trabalho académico obedeceu os seguintes passos:

- Observação e dedução do objeto de estudo;
- Pesquisa e análise da bibliografia existente;
- Observação e recolha e análise de dados do meio e infraestruturas a trabalhar;
- Realização de cálculos e utilização de programas computacionais;
- Entrevistas com profissionais e pesquisadores nacionais da área;
- Elaboração de soluções viáveis para a problemática;
- Estudo da viabilidade económica e dos impactes ambientais.

## **Capítulo I**

### **1. Estado da Arte**

Esse capítulo retrata a importância da utilização do gelo bem como as características do mesmo. Ainda para a melhor compreensão dos assuntos que serão abordados mais adiante no projeto esse capítulo irá definir conceitos relacionados com a forma de aproveitamento de energia através dos sistemas solares fotovoltaicos e algumas técnicas de produção de gelo. Também o capítulo pretende retratar esses conceitos, mais concretamente as diversas formas de aproveitamento da energia solar, os sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes.

Para uma melhor compreensão e leitura do trabalho os tópicos a serem tratados foram divididos em capítulos e subcapítulos.

#### **1.1.Importância da utilização do gelo na conserva do pescado**

Cada vez mais médicos e nutricionistas recomendam consumir a carne de peixe como uma opção de alimentação saudável graças ao seu excelente valor nutritivo, é importante na adição a qualquer dieta saudável, seu teor de gordura é baixo, e também é rica em proteína. No entanto, devia ao facto de possuir um pH próximo da neutralidade, e elevada atividade de água e alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos microrganismos torna-se um alimento perigoso se não conservado devidamente (Perreira, 2009).

Conservar o pescado por meio de refrigeração é muito importante e sabe-se que não é um método moderno, mas sim que é utilizada desde muito tempo. Em muitos países onde a bastante frio, o armazenamento do pescado tornasse uma tarefa mais fácil visto que se é facilitado, visto que o pescado pode ser mantido ao ambiente, geralmente na parte externa das residências (Perreira, 2009). No caso de países tropicais, como o caso de Cabo Verde, fabricar o gelo e mantê-lo durante o transporte, armazenamento e distribuição, são essenciais para a comercialização do pescado (INDP, 2017). O frio conserva o pescado ao retardar a

atividade microbiana e as reações químicas e enzimáticas que levariam à deterioração, mantendo, dessa forma, em um bom estado durante o transporte, distribuição e comercialização. A temperatura deve ser mantida na faixa de -2 a 10 °C, conservando o pescado por cerca de 10 a 12 dias (Perreira 2009).

É importante manter os peixes cobertos de gelo após eles serem capturados, sendo que o ideal é que se trabalhe com camadas de gelo-peixe, terminando com uma camada de gelo, sendo que o uso de gelo em escamas é o mais recomendado. Quando vivos, os peixes possuem musculatura livre de micróbios, mas depois que morrem, ocorre o relaxamento da musculatura, tornando o pescado macio e com textura firme e elástica, passado algumas horas o músculo contrai, se torna inflexível, duro e rígido e nesta altura, se passar mais algum tempo sem ser conservado no frio ocorre o relaxamento do músculo, fase essa onde se inicia a decomposição. A temperatura baixa diminui a atividade de bactérias e enzimas que podem atuar nesse processo de decomposição, mantendo um produto com qualidade por mais tempo (AESBUC<sup>1</sup>, 2017).

A vida útil dos produtos alimentícios refere-se ao intervalo de tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luminosidade, oxigênio etc., de forma a garantir seus atributos sensoriais e nutricionais. No entanto, durante esse período ocorrem reações de deterioração da qualidade. No intervalo decorrido da captura até o processamento ou comercialização, o pescado fica sujeito a perdas de qualidade devido às condições de armazenamento a bordo e à natureza da sua composição, podendo haver alterações nas características químicas, físicas ou microbiológicas, que resultam em alterações sensoriais. Os vários métodos de captura, tempo de arraste, áreas de pesca, resfriamento, etc. influenciam o grau de conservação do pescado (AESBUC, 2017).

É importante realçar que a conserva do pescado através do frio é importante para garantir a qualidade do pescado por mais tempo, mas que antes de o conservar deve ter a certeza de que o pescado esteja fresco e com boa qualidade visto que, o frio conserva o pescado mas não recupera o mesmo (INDP, 2017).

---

<sup>1</sup> AESBUC- Associação para Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica

## 1.2.Estrutura do gelo e sua importância

A água ( $H_2O$ ) é uma das moléculas de especial importância para os seres vivos, interagindo com os mesmos e exercendo suas diferentes funções nos distintos estados físicos em que a mesma é encontrada (Portal da Educação<sup>2</sup>, 2018).

Por exemplo, a grande maioria dos alimentos tem como componente principal de sua composição a água, a qual pode ser encontrada basicamente sob duas formas distintas de estado físico: a líquida e sólida, conforme a temperatura na qual os alimentos estão armazenados. A finalidade principal de se estudar e entender como a água comporta-se nos seus diferentes estados, em especial no interior dos alimentos, deve principalmente a questão da conservação dos alimentos (Portal da Educação, 2018).

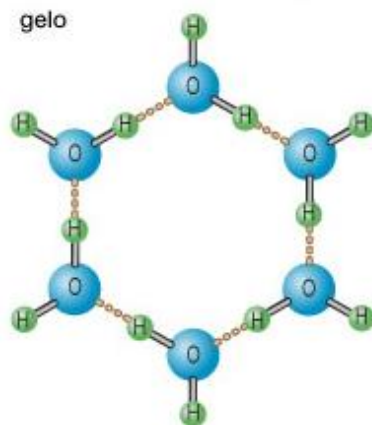
O gelo puro, estado sólido da água líquida, é constituído exclusivamente por moléculas de água, a qual é formada por um átomo de oxigênio ligado a dois átomos de hidrogênio. A estrutura tridimensional da molécula de água aproxima-se a estrutura de um tetraedro, onde o átomo de hidrogênio, e os orbitais moleculares não ligantes do oxigênio dispõem-se nos vértices deste tetraedro e o átomo de oxigênio no seu interior (Portal da Educação, 2018).

A água, com suas forças direcionadas tetraedricamente, quando se cristaliza, forma o gelo, que adquire uma estrutura altamente organizada, onde a distância internuclear entre a ligação O-O mais próxima é de 2,76 angströms, e o ângulo de ligação O-O-O é cerca de  $109^\circ$ , muito próximo do ângulo  $109,28^\circ$  do tetraedro perfeito (Chang, 2010).

---

<sup>2</sup> Website: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/a-estrutura-do-gelo-e-sua-importancia/61859>

Figura 1: Estrutura do gelo



Fonte: Google Imagem<sup>3</sup>, 2018

A vista tridimensional mostra que as moléculas formam planos paralelos, muito próximos um do outro, que se movimentam como uma unidade durante o fluxo do gelo sob pressão (Chang, 2010).

Sob a perspectiva da simetria cristalina, o gelo comum pertence à classe bipiramidal di-hexagonal do sistema hexagonal. Entretanto, ele pode existir em outras nove estruturas polimórficas cristalinas, bem como no estado vítreo ou amorfo de estrutura incerta. Das 11 estruturas possíveis, apenas o gelo hexagonal comum é estável à pressão normal a 0°C (Chang, 2010).

Uma das propriedades mais conhecidas da água é o seu comportamento anômalo entre 0 e 4°C. A maioria dos corpos dilata-se quando a temperatura aumenta, propriedade que se explica bem pela forma assimétrica do potencial de interação entre átomos e moléculas e pelo aumento de energia cinética com a temperatura. A água comporta-se da mesma maneira acima de 4°C e abaixo de 0°C, mas entre 0 e 4°C o comportamento é “anormal”: a densidade

---

<sup>3</sup> Website:

[https://www.google.com/search?q=composi%C3%A7%C3%A3o+quimica+do+gelo+modelo+3d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj28KH\\_zfTeAhXObsAKHQaxAx0Q\\_AUIDigB&biw=1024&bih=632#imgrc=c1GBfqTUDBxb5M:](https://www.google.com/search?q=composi%C3%A7%C3%A3o+quimica+do+gelo+modelo+3d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj28KH_zfTeAhXObsAKHQaxAx0Q_AUIDigB&biw=1024&bih=632#imgrc=c1GBfqTUDBxb5M:)

aumenta (volume diminui) quando a temperatura baixa de 4 para 0°C; o que explica a flutuação da mesma em água líquida (Chang, 2010).

Este fato pode ser interpretado da seguinte maneira: quando o gelo funde, há o desmoronamento parcial de sua estrutura cristalina formada por vários “espaços vazios”, e em consequência há um aumento da densidade, pois as moléculas antes mais afastadas, se aproximam mais umas das outras, e o espaço entre elas torna-se menor. À medida que a temperatura do líquido vai aumentando, a destruição da estrutura molecular se acentua, os espaços intermoleculares tornam-se cada vez menores, e consequentemente a densidade aumenta atingindo seu máximo em aproximadamente 3,98°C (Chang, 2010).

É conhecido que quanto maior a temperatura, maior o movimento cinético das moléculas, e em consequência mais intensa a agitação entre as moléculas ocasionando a cisão das ligações de hidrogênio e o afastamento das moléculas de água com o consequente aumento de volume (Portal da Educação, 2018).

### **1.3. Técnicas empregadas para aumentar o ponto de fusão do Gelo**

A fusão do gelo é a mudança da fase sólida para a líquida que a água experimenta à temperatura de 0°C e à pressão atmosférica (ao nível do mar). O gelo aquece porque, fora do congelador, absorve o calor proveniente da superfície onde é colocado e do ar do ambiente (desde que estejam a uma temperatura acima a do gelo) (Chang, 2010).

Como se sabe armazenar o gelo para um determinado evento, e fazer com que o gelo dura por muito tempo, é sempre muito difícil. Quando se trata de um país tropical, a tarefa torna-se praticamente impossível (INDP, 2017).

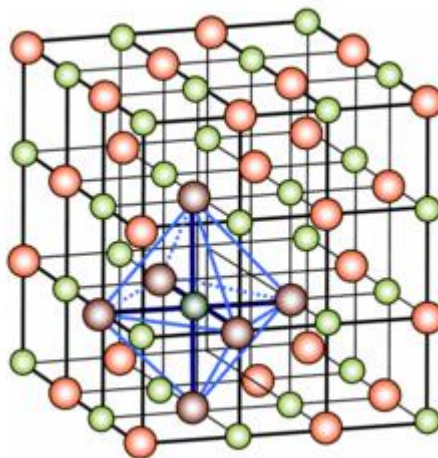
Nas ilhas de Cabo Verde, principalmente na ilha de São Vicente pescadores saem para o mar pescar e nem sempre é possível regressar no mesmo dia, sendo assim obrigados a recorrerem ao uso do gelo a fim de conservar o pescado, fazendo que este dure mais tempo. Normalmente os pescadores e nas fabricas de produção do gelo a preocupação não é somente voltada a

quantidade do gelo a produzir mas também na qualidade do mesmo, sendo assim a sempre a preocupação em buscar soluções para o tal, e segundo informações levantadas nos dois locais de produção do gelo em São Vicente, tanto na Zona piscatória de Salamanca, bem como na fabrica de gelo pertencente a empresa Frescomar, todos optam por temperar a água da Electra com cloreto de sódio (NaCl), (popularmente conhecido como sal de cozinha). Através dos conhecimentos obtidos na disciplina de Química sabe-se que NaCl é um composto iónico formado pelos ions  $\text{Na}^+$  (sódio) e  $\text{Cl}^-$  (cloreto) unidos pela atracão entre suas cargas negativas e positivas que neutralizam entre si (INDP, 2017).

$\text{Na} (+) + \text{Cl} (-) = \text{Na Cl}$  (cloreto de sódio ou sal de cozinha).

Quando o sal é dissolvida na água, as características elétricas da molécula da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), interferem com o atracão electrostática dos ions do sal, que se enfraquecem e se dispersam no líquido, tornando novamente nas condições de íons livres (Chang, 2010).

Figura 2: Estrutura cristalina de Cloreto de Sódio



*Fonte: Google imagens, 2018*

Sabe-se que o ponto de fusão varia de substancia para substancia, sendo que segundo testes feitos pelas duas fábricas do gelo de São Vicente, conclui que o gelo fabricado com a água temperada com sal, dure mais tempo do que o gelo feito com água pura (INDP, 2017).



É importante referir que para fazer com que o gelo dure mais tempo fora do congelador é importante evitar as trocas térmicas utilizando isoladores térmicos, e em últimos casos tentar reduzir a pressão do recipiente caso for possível (INDP, 2017).

O isolante diminui o calor vindo do ambiente e uma grande redução na pressão aumenta ligeiramente a temperatura de fusão (de 0°C para 1°C ou 1,5°C, por exemplo). Quanto maior o ponto de fusão, mais tempo será preciso para que o gelo (que, logo após ser fabricado, está a uma temperatura negativa) o atinja e comece a se liquefazer, porque a transferência de calor entre dois corpos é proporcional à diferença de temperatura entre eles. A alteração do ponto de fusão pode parecer mínima, mas, para grandes quantidades de gelo, passa a ser relevante, já que a transferência de calor também depende da massa dos corpos (Chang, 2010).

#### **1.4.As energias renováveis aliadas a produção do gelo**

As energias renováveis são formas de energia provenientes de fontes renováveis e limpas de energia, tendo outras definições que também estão a volta desta (Cepel, 2004).

Cada vez mais as energias renováveis vão ganhando terreno, quer a nível nacional como mundial, abrangendo diversos sectores e sendo cada vez mais apontado como sendo a melhor opção de energia que se deve apostar, tanto para salvar o planeta bem como para a economia local (Cepel, 2004).

Em muitos países do mundo, nomeadamente as do continente Africano e até mesmo no Brasil, tem vindo a desenvolver sistemas para produção de gelo através de energias renováveis, apostando no aproveitamento da energia solar. Na maioria das vezes esses projetos surgem no sentido de minimizar os problemas que se verificam em regiões remotas que não dispõem de rede elétrica para a alimentação de sistemas de refrigeração convencionais, de forma a conservar algum produto ali produzidos ou armazenado, bem como medicamentos (vacinas), nomeadamente para certas regiões de África. Em geral esses projetos surgem como meio para minimizar os problemas relacionadas a falta de gelo para conservar os alimentos, maioritariamente em comunidades distantes e carenciadas onde se

tem que percorrer grandes distâncias para comprarem gelo, acarretando assim um custo elevado (Mocelin, 2014).

Em Cabo verde projetos similares tem vindo ganhando terreno, sendo estes projetos destinados a conserva do pescado, tanto para o pescado artesanal como é o caso da fábrica de gelo localizado na comunidades de Salamanca na ilha de São Vicente e a localizada em Tarrafal na ilha de Santo Antão, assim como para a pesca industrial como é o caso da fabrica de gelo localizado em Cova d' Inglesa também na ilha de São Vicente (Gesto Energy, 2011).

Como se sabe o gelo tem uma grande aplicabilidade na conservação de produtos, e a sua fabricação utilizando energia renovável, nomeadamente a energia solar, torna-se uma solução altamente viável (Mocelin, 2014).

### **1.5.O sol como fonte de energia**

O sol é uma estrela de tamanho médio que regula e gerência muitos aspetos da vida na terra, situa a 149 milhões km da terra, é quase totalmente composto por uma forma extremamente aquecida de um gás eletrificado e magnetizado chamado de plasma. Ele contém várias partes na sua constituição, sendo que a parte mais quente é denominada de núcleo que contem uma temperatura média de 15 milhões de graus celsius. O núcleo é o local onde a energia é produzida por meio de reações termonucleares, podendo tomar como exemplo dessas reações, a fusão do hidrogénio em hélio que é a principal atividade que ocorre no núcleo do sol. Logo apos o núcleo, tem uma região denominada por zona radiativa, em que a principal característica dessa camada é como é dado a propagação do calor sobre o núcleo do sol, denomina de irradiação. Em seguida temos outras camadas conhecidas de zona de convecção, fotosfera que é a camada que é visto quando olhamos para o sol e as camadas mais externas do sol denominadas por cromosfera e coroa (Castro, 2004).

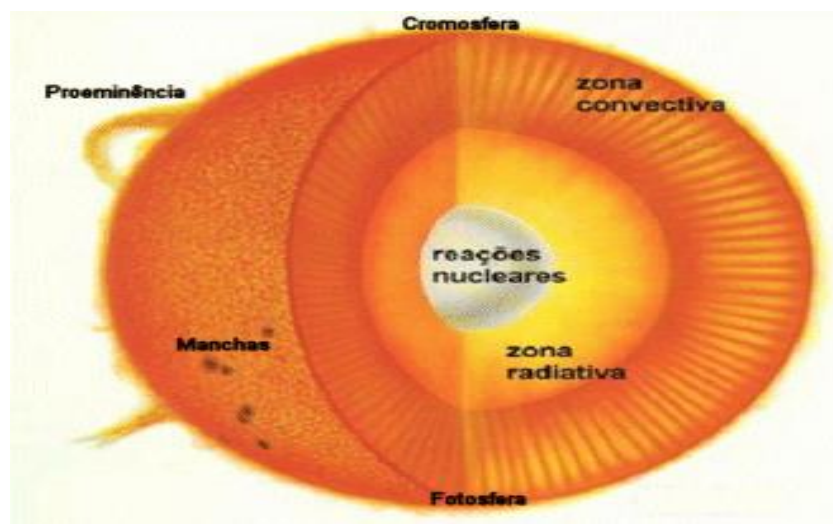
O sol fornece energia na forma de radiação e calor sendo que todos podem ser convertidas em energia elétrica, a transmitida sob forma de radiação pode ser convertida em energia

elétrica através dos módulos fotovoltaicos enquanto que, na forma de calor pode ser convertida através de sistemas solar-térmico (Greenpro, 2004).

Anualmente, a radiação solar fornece para a atmosfera terrestre aproximadamente  $1,5 \times 10^{18}$  KWh de energia, aproximadamente a dez mil vezes a demanda global de energia. Logo teríamos de utilizar apenas 0,01% dessa energia para satisfazer a demanda total da humanidade. Essa, além de suportar a maioria das cadeias tróficas, é a principal responsável pela dinâmica da atmosfera terrestre e também pelas características climáticas do planeta (IMHOFF, 2007).

A luz solar que atinge a superfície terrestre é composta por uma parte direta e uma outra parte difusa. A radiação direta vem segundo a direção do sol, produzindo sombras bem definidas em qualquer objeto, enquanto que a radiação difusa corresponde a parte da radiação que sofreu durante o seu percurso, diversos processos de difusão e reflexão por moléculas suspensas na atmosfera. Esta radiação prevalece em tempos nublados (Castro, 2004).

Figura 3: Composição do Sol



Fonte: google imagem 2018

### **1.5.1. Energia Solar**

Segundo MOCELIN (2014) há um crescente aumento da demanda energética no mundo, provocado principalmente pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento tecnológico e industrial da sociedade. A matriz energética, composta principalmente por fontes primárias, dentre as quais se destacam petróleo, gás natural, carvão mineral, urânio, energia hidráulica, energia solar, energia eólica e biomassa, tem passado por profundas alterações nos últimos anos.

A poluição do ar e o aquecimento global são problemas causadas pelos gases libertados pela queima dos combustíveis fósseis, combustíveis estas, que tem origem de decomposição de resíduos orgânicos, e por serem de origem de matérias prima que demoram milhões de anos para gerarem, são consideradas não renováveis. A poluição do ar causa grandes problemas a qualidade de vida das pessoas, aumentando problemas de saúde, sendo estas alguns dos fatores que levam a busca de novas alternativas energéticas (Ren21, 2016).

A energia solar fotovoltaica aparece como promissora entre as alternativas, por não emitir poluentes no processo de geração e por ser uma fonte praticamente inesgotável e acessível em todos os pontos do mundo. Além disso, a cadeia produtiva de módulos fotovoltaicos é igualmente de baixo impacto ambiental, pois o descarte correto dos rejeitos químicos decorrentes de sua produção evita efeitos negativos. A emissão de gases de efeito estufa resultantes do processo de fabricação dos geradores fotovoltaicos são extremamente baixas e a energia empregada em sua produção é compensada em poucos anos de funcionamento (MOCELIN,2014).

A energia solar é uma energia renovável obtida pela luz do sol, utilizada para o aquecimento de água (energia térmica) ou como fonte de energia elétrica. Ela é proveniente da luz do sol e é obtida por meio de placas solares, que têm como função captar a energia luminosa e transformá-la em energia térmica ou elétrica (Cresesb, 2014).

Além disso, esse tipo de energia pode ser obtido nas centrais solares compostas por inúmeros painéis que captam a energia do sol. As aplicações térmicas envolvem fenômenos de transferência de calor e variação de temperatura. A energia solar térmica é utilizada nos setores residencial, comercial e industrial e seus principais usos são aquecimento de água para utilização em chuveiros, torneiras e piscinas, secagem de produtos em unidades de beneficiamento, preparação de alimentos em cozinhas solares e pré-aquecimento de líquidos em processos industriais. Os meios utilizados para promover a transferência de calor e a elevação de temperatura vão desde a simples exposição ao Sol dos produtos até o uso de coletores solares acoplados em acumuladores térmicos (Ren21, 2016).

### **1.5.2. Energia solar fotovoltaica**

Segundo (CRESESB, 2014), A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, unidade fundamental desse processo de conversão. As principais tecnologias aplicadas na produção de células e módulos fotovoltaicos é dividida em duas cadeias produtivas: silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representam mais de 85% do mercado, por ser considerada uma tecnologia consolidada e confiável, e por possuir a melhor eficiência comercialmente disponível. Pode considerar ainda o silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) ou disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe), embora esses são menos utilizados devido a eficiência dos mesmos.

A International Energy Agency (IEA, 2017), publicou um relatório chamado “Renováveis 2017”, em que este mostrava o grande crescimento das energias solar fotovoltaica. O relatório refere que foram criados 165 gigawatts de energias renováveis no ano de 2016, correspondendo a dois terços da expansão líquida da oferta de eletricidade a nível mundial.

O relatório mostra convicto de que a geração solar fotovoltaica veio para ficar, substituindo de forma clara os combustíveis fósseis, ainda realça que em 2016, a energia solar fotovoltaica cresceu muito mais rápido do que qualquer outro combustível, registrando um aumento de

50%, ultrapassando assim o crescimento líquido do carvão, até hoje o maior produtor de energia. De todo o volume de energia extra produzido no planeta, a energia solar fotovoltaica foi responsável por 74 gigawatts de potência a mais no mundo. A China registou mais de metade do volume produzido, que já ultrapassou a meta de energia solar fotovoltaica de 2020, 3 anos antes do tempo previsto. A instalação de painéis fotovoltaicos na China cresceu 125% só em 2016, investindo mais do que a Europa, os EUA e o Japão juntos. Com estes investimentos, a China procura reduzir sua dependência do carvão e ao mesmo tempo diminuir a poluição do ar e degradação ambiental (IEA, 2017).

Um desafio para a indústria é o desenvolvimento de acessórios e equipamentos complementares para sistemas fotovoltaicos, com qualidade e vida útil comparáveis às dos módulos (fabricantes de módulos de silício cristalino garantem os seus produtos por 25 anos). Sistemas de armazenamento de energia e de condicionamento de potência têm sofrido grandes avanços no sentido de aperfeiçoamento e redução de custos, embora ainda não tenham atingido o grau de desenvolvimento desejado (IEA, 2017).

As tecnologias dos sistemas fotovoltaicos não são de difícil compreensão, mas a fim de facilitar a interpretação de conceitos posteriormente tratadas no projeto, torna-se de importante falar um pouco sobre essa forma de energia (Castro, 2004).

Figura 4: Componentes de um sistema PV



Fonte: google imagem 2018

### 1.5.3. Sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos como o nome já indica, é um sistema com capacidade de gerar energia através da radiação solar. Estes sistemas possuem cinco componentes básicos, sendo eles módulos fotovoltaicos, inversores, controladores de carga e baterias e dispositivos de proteção. Os sistemas são classificados em três categorias: isolados, híbridos ou conectados à rede (Castro, 2004).

**Sistemas isolados** - Sistema fotovoltaicos isolados também conhecidos como sistemas autônomos restringem-se a geração puramente fotovoltaica que não tem contato com a rede de distribuição de eletricidade das concessionárias ou qualquer outra fonte de energia elétrica. Eles podem ser projetados exclusivo para atendimento de uma única entidade consumidora ou podem ser compartilhadas entre um pequeno grupo de unidades consumidoras próximos. Esse tipo de sistema precisa ser superdimensionado para atender períodos críticos, com baixa irradiância diária ou devido ao aumento no consumo, por isso são projetadas com base no mês de menor radiação solar disponível (Castro, 2004).

Esses sistemas podem conter dispositivos de armazenamento ou sem armazenamento. Para os com armazenamento (baterias), estes servem para armazenar a energia elétrica excedente gerada durante o dia e atender ao consumo durante dias de baixa irradiação e para o uso à noite, sendo ainda utilizados em carregamento de baterias de carros elétricos, em iluminação pública e, até mesmo em pequenos aparelhos portáteis. Já os sistemas sem armazenamento são frequentemente utilizados em sistemas de bombagem de água, onde toda energia elétrica fornecida pelo conjunto fotovoltaico é armazenada sob forma de energia potencial ou então consumida, não sendo necessária a utilização de baterias para o armazenamento de energia elétrica (Castro, 2004).

Nos sistemas autônomos de acordo com a aplicação deve ser incluída juntamente com o painel fotovoltaico, as baterias (de modo a assegurar a alimentação das cargas em períodos onde não há radiação solar ou esta é insuficiente), o controlador de carga (para gerir a carga e a descarga das baterias) e o inversor (no caso da necessidade de alimentar cargas de corrente alternada) (Castro, 2004).

Figura 5: Esquema de um sistema isolado



Fonte: Almeida (2016).

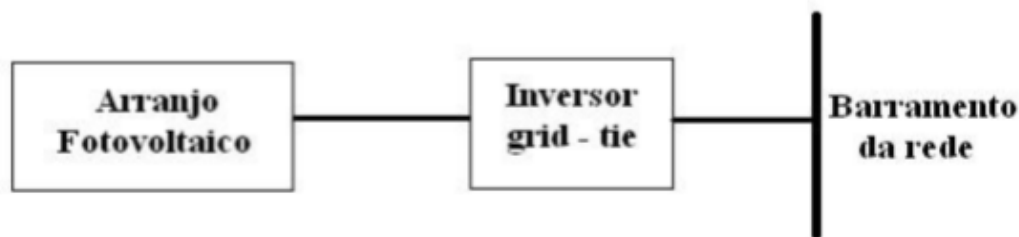
**Sistemas interligados à rede** - Sistemas interligados à rede não necessitam utilização de baterias, visto que todo o excedente de energia gerada durante o dia é injetado na rede de distribuição e por isso são mais eficientes que os sistemas autônomos, além de serem geralmente mais baratos. Por isso, é necessária a utilização de um inversor para converter a corrente contínua em corrente alternada. Seu dimensionamento geralmente é feito para que a



energia fotovoltaica gerada anualmente seja igual ao consumo anual. É necessário o uso de um inversor para converter a corrente contínua do conjunto fotovoltaico em corrente alternada antes de ser entregue à rede. Estes inversores devem satisfazer as exigências de qualidade e segurança para que a rede não seja afetada, mantendo assim a qualidade da rede elétrica (Castro, 2004).

O principal critério utilizado para o dimensionamento desses sistemas é a maximização da energia produzida (Castro, 2004). Em muitos países vendem os excessos de energia produzida para as concessionárias embora em outros, como é o caso de Cabo Verde, o excesso não é comprado pela concessionária.

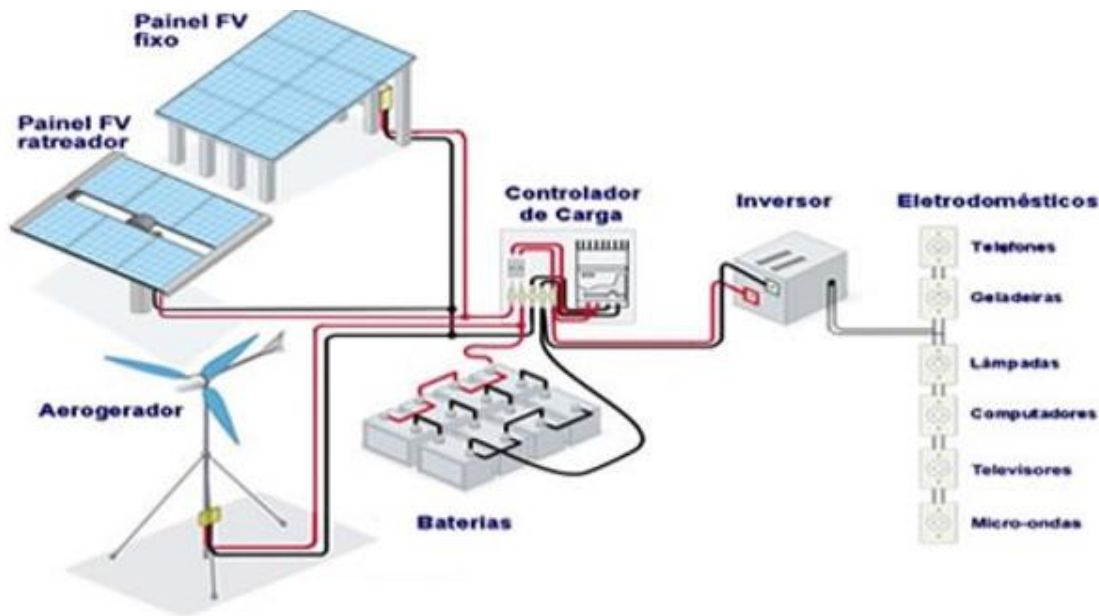
Figura 6: Esquema de um sistema on-grid



*Fonte: Almeida (2016).*

**Sistemas híbridos** – Esses apresentam várias fontes de geração de energia como por exemplo turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos entre outras. Esses sistemas podem ser explorados com a presença da rede de energia elétrica ou na ausência do mesmo, sendo que se for na ausência da rede elétrica, torna-se necessária a existência de um sistema de gestão e controle das diferentes formas de geração disponíveis de modo a satisfazer os consumidores e assegurar o menor custo de produção. São sistemas complexos que necessitam um controle adequado capaz de integrar os vários geradores, de forma a otimizar a operação (Castro, 2004).

Figura 7: Esquema de um sistema Híbrido



Fonte: Pereira (2015)

#### 1.5.4. Componentes básicos dos sistemas fotovoltaicos

Como referido anteriormente os componentes básicos dos módulos fotovoltaicos são cinco, sendo eles os módulos fotovoltaicos, inversores, baterias, controladores de carga e dispositivos de proteção. Esses atuam combinando entre si, de forma a obter uma maior fiabilidade do sistema (Mocelin, 2014).

##### 1.5.4.1. Módulos fotovoltaicos

É através dos módulos fotovoltaicos que a energia solar é convertida em energia elétrica. As células fotovoltaicas conectadas entre si formam módulos fotovoltaicos, que por sua vez ligada entre si, formam painéis solares (Mocelin, 2014)..

Segundo Mocelin, (2014), uma única célula fotovoltaica não tem muita capacidade de produzir energia elétrica, normalmente esta a volta de 1,5W, resultando uma tensão aproximadamente de 0,5V e uma corrente de 3 A. Com essas capacidades reduzidas de produzir energia e sendo que a maioria dos equipamentos elétricos consomem uma grande quantidade de energia, faz-se necessário a associação de várias células, através de

ligações série e paralelo, formando os painéis fotovoltaicos. O número de células em um módulo é determinado pelas necessidades de tensão e corrente da carga a alimentar. Normalmente um módulo fotovoltaico é constituído por cerca de 33 a 36 células ligadas em série, resultando em tensão suficiente para alimentar uma bateria de 12V. Os tipos células fotovoltaicas mais usados no fabrico dos módulos fotovoltaicos são:

Silício monocristalino é o material mais usado na composição das células fotovoltaicas, atingindo cerca de 60% do mercado. A uniformidade da estrutura molecular resultante da utilização de um cristal único é ideal para potenciar o efeito fotovoltaico. O rendimento máximo atingido em laboratório ronda os 24%, o qual em utilização prática se reduz para cerca de 15%. A produção de silício cristalino tem um custo elevado (Mocelin, 2014)..

O silício policristalino é constituído por um número muito elevado de pequenos cristais da espessura de um cabelo humano, dispõe de uma quota de mercado de cerca de 30%. As descontinuidades da estrutura molecular dificultam o movimento de eletrões e encorajam a recombinação com as lacunas, o que reduz a potência de saída. Por este motivo os rendimentos em laboratório e em utilização prática não excedem os 18% e 12%, respetivamente. Em contrapartida, o processo de fabricação é mais barato do que o do silício cristalino (Mocelin, 2014).

O silício amorfo não tem estrutura cristalina, apresentando defeitos estruturais que, em princípio, impediriam a sua utilização em células fotovoltaicas. No entanto, se ao silício amorfo for adicionada uma pequena quantidade de hidrogénio, por um processo chamado hidrogenação, os átomos de hidrogénio combinam-se quimicamente de forma a minimizar os efeitos negativos dos defeitos estruturais (Mocelin, 2014)..

O silício amorfo absorve a radiação solar de uma maneira muito mais eficiente do que o silício cristalino. Este processo de fabrico é ainda mais barato do que o do silício policristalino (Mocelin, 2014)..

Os equipamentos solares domésticos (calculadoras, relógios) são habitualmente feitos com células de silício amorfo, representando cerca de 4% do mercado. Em laboratório é possível obter rendimentos da ordem de 13%, mas as propriedades conversoras do material deterioram-se em utilização prática, pelo que os rendimentos descem para cerca de 6% (Castro, 2004).

#### **1.5.4.1.1. Associação dos módulos fotovoltaicos**

Segundo (CRESESB, 2014), os módulos podem ser conectados em ligações série e/ou paralelo, dependendo da corrente e tensão desejadas, para formar painéis fotovoltaicos com potência mais elevada. Ao definir como serão associados os módulos, é necessário ter informações de como deverá ser a instalação e quais componentes serão utilizados, pois as tensões e correntes resultantes devem ter plena compatibilidade com esses componentes.

##### **1.5.4.1.1.1. Associação em série:**

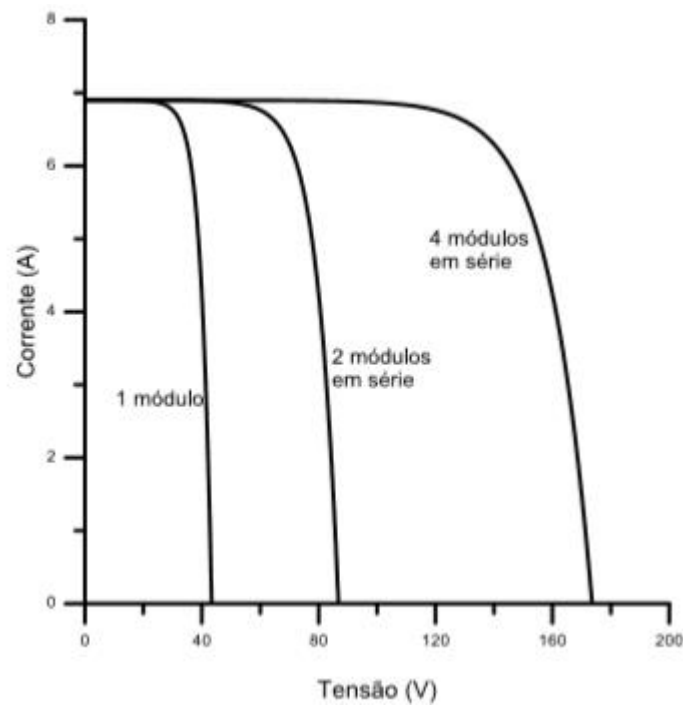
Quando ligados em serie, o terminal positivo do módulo fotovoltaico é conectado ao terminal negativo do outro módulo, e assim por diante (Cresesb, 2014). Para módulos idênticos e submetidos as mesmas condições de radiação, na ligação em série, as tensões são somadas e a corrente elétrica não é afetada. Matematicamente traduzida:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (1)$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad (2)$$

O efeito da conexão em série de módulos idênticos está ilustrado na Figura 6, através da curva característica I-V.

Figura 8: Curva I-V de um módulo de 220W



Fonte: CRESESB, 2014

#### 1.5.4.1.1.2. Associação em Paralelo

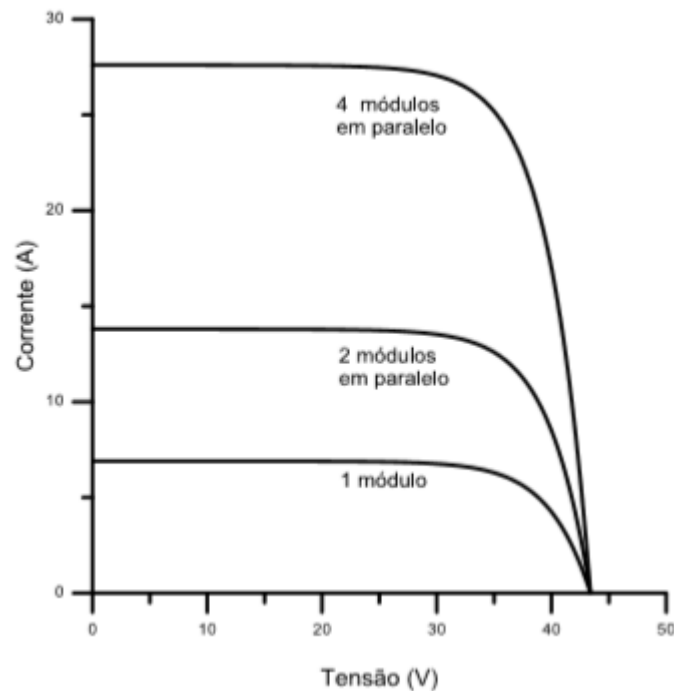
Quando ligados em paralelo, os terminais positivos dos módulos são interligados entre si, assim como os terminais negativos. As correntes elétricas são somadas e a tensão permanece inalterada (Cresesb, 2014). Matematicamente traduzido:

$$V=V_1=V_2=V_3=\dots V_n \quad (3)$$

$$I= I_1+I_2+I_3+\dots+I_n \quad (4)$$

A Figura 7 ilustra o efeito da soma das correntes em módulos idênticos conectados em paralelo, através da curva característica I-V.

Figura 9: Curva da soma de correntes de uma associação em paralelo



Fonte: CRESESB, 2014

#### 1.5.4.1.2. Características elétricas dos módulos fotovoltaicos

Segundo (CRESESB, 2014), módulo é geralmente identificado pela sua potência elétrica de pico (Wp), mas um conjunto de características compatíveis com a aplicação específica deve ser observado. A definição da potência de pico de um módulo fotovoltaico é feita nas condições-padrão de ensaio (STC, do inglês Standard Test Conditions), considerando irradiância solar de 1.000 W/m<sup>2</sup> sob uma distribuição espectral padrão para AM 1,5 e temperatura de célula de 25 °C.

Ainda segundo Cresesb, (2014), algumas as definições principais que definem um modulo PV estão apresentados abaixo:

**Tensão nominal:** é a tensão padrão para a qual o módulo foi desenvolvido para trabalhar. A quantidade de células fotovoltaicas associadas em série determina esse parâmetro.

**Tensão de máxima potência ( $V_{mp}$ ):** é a tensão máxima que o módulo gerará, em seu ponto de potência máxima, sob condições padrão de teste (STC).

**Tensão em circuito aberto ( $V_{oc}$ ):** é a tensão máxima que o módulo fornece em seus terminais, sem a presença de uma carga (em vazio). É uma tensão de teste. Pode ser medida através de um multímetro.

**Corrente em máxima potência ( $I_{mp}$ ):** é a corrente máxima que um fotovoltaico pode fornecer a uma carga, em condições padrões de teste.

**Corrente de curto-circuito ( $I_{sc}$ ):** corrente máxima que o módulo fotovoltaico fornece, quando seus terminais estão em curto-circuito, sob as condições padrões de teste. Diferente das baterias e outras fontes de energia, podemos medir a corrente de curto-circuito de um módulo fotovoltaico. A corrente em curto-circuito, geralmente é 5% superior à corrente máxima.

**Potência máxima:** a corrente elétrica gerada por um módulo fotovoltaico varia de zero ao  $I_{sc}$ , enquanto a tensão varia de zero até o  $V_{oc}$  sob diferentes condições de irradiância e temperatura. Como a potência é o produto entre a tensão pela corrente, essa só será máxima para uma única combinação de tensão e corrente. Um módulo fotovoltaico estará fornecendo a máxima potência, quando o circuito externo possuir uma resistência tal, que determine os valores máximos de tensão e corrente e, portanto, o seu produto será máximo. Hoje em dia existem dispositivos específicos para alcançar esse ponto, são os chamados seguidores de ponto de máxima potência (MPPT).

**Eficiência:** é o quociente entre a potência gerada e a irradiância incidente sobre o módulo fotovoltaico.

**Fator de Forma (FF):** é um conceito teórico que mede a forma da curva definida pelas variáveis  $I$  e  $V$  na seguinte equação:

$$FF = P_{max} / I_{sc} \cdot V_{oc} \quad (5)$$

#### 1.5.4.2. Inversores

Segundo (CRESESB, 2014), inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (c.a.) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (c.c.). A energia c.c. pode ser proveniente, por exemplo, de baterias, células a combustível ou módulos fotovoltaicos. A tensão c.a. de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas. Adicionalmente, no caso de sistemas conectados à rede elétrica a tensão de saída do inversor deve ser sincronizada com a tensão da rede.

Nos projetos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede é preferível colocar os inversores mais perto possível das redes de distribuição, uma vez que os inversores acrescentam perdas aproximadamente 10% de energia elétrica disponibilizada pelo sistema fotovoltaico, sendo que os condutores de CC apresentam menores perdas que os condutores de CA. Dessa forma os condutores de CC terão maior comprimento (Castro, 2004).

Os inversores desempenham diversas funções tais como (Castro, 2004):

- Converter a corrente contínua fornecida pelo painel fotovoltaico em corrente alternada, de acordo com os requisitos técnicos e de segurança que estão estipulados para a ligação à rede;
- Ajustar o ponto de funcionamento do inversor ao ponto de máxima potência do painel fotovoltaico (Seguimento do ponto de máxima potência MPP);
- Registrar os dados de fornecimento e sinalização através de visualizadores, armazenamento de dados e transferência de dados;
- Proteger os dispositivos de corrente contínua e alternada contra um conjunto diversificado de fatores externos como por exemplo a proteção de polaridades, proteção contra sobrecargas e equipamento de proteção da interligação com a rede.



#### **1.5.4.2.1. Classificação dos inversores**

Os inversores podem ser divididos em: comutados pela rede (comutação natural) e Auto comutados (comutação forçada). São contruídos com o auxílio de dispositivos da eletrônica de potência, que constituem chaves eletrônicas controláveis, podendo ser colocados em estado de condução ou de bloqueio por meio de um sinal de controlo, e permitem assim a conversão de tensão CC para CA e vice-versa (Mocelin, 2014).

Os primeiros inversores utilizavam tirístores como elementos de chaveamento, que são dispositivos semicondutores capazes de suportar elevadas tensões e correntes. Estes inversores apesar de robustos e simples, a sua baixa qualidade de tensão e corrente de saída devido à alta quantidade de harmónicos requer o uso de redes de filtragem complexas, o que implica maiores perdas. Com o surgimento de novos dispositivos de chaveamento nomeadamente o MOSFET e IGBT, as utilizações de inversores a tirístores foram sendo reduzidos e é hoje restrita a unidades de potência elevada e acionamento de motores elétricos de grande porte (Mocelin, 2014).

Ainda segundo Mocelin, (2014), abaixo as definições e funções dos diferentes tipos de inversores:

**Inversores comutados pela rede** - Nos inversores comutados pela rede, o processo de inversão é controlado pela fase e frequência da tensão de distribuição, portanto estes não funcionam quando não existe tensão da rede de distribuição. Estes inversores são apropriados para sistemas ligados à rede não podendo ser utilizados em sistemas isolados.

**Inversores Auto comutados** - Nos inversores auto comutados os elementos de chaveamento são semicondutores que podem ser postos em estado de condução ou de corte em qualquer instante do ciclo, através de um terminal de controlo. Dependendo da velocidade de chaveamento e dos níveis de potência e tensão, são utilizados IGBTs ou MOSFETs nos inversores.

Estes dispositivos operam com a estratégia de controlo por largura de pulso (PWM), o que permite um bom controlo sobre a forma de onda e o valor da tensão de saída. Os inversores auto comutados podem ser do tipo fonte de corrente ou fonte de tensão.

Na configuração fonte de tensão quando, a mais empregada em sistemas de conversão fotovoltaica, o controle pode ser feito tanto por tensão quanto por corrente, dependendo da grandeza de saída utilizada como referência. Devido à sua estabilidade diante das perturbações na rede e à facilidade no controle do fator de potência, o controle por corrente é utilizado na maioria dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede enquanto o controle por tensão é utilizado principalmente em sistemas fotovoltaicos isolados.

#### **1.5.4.3. Baterias**

Nos sistemas isolados (sistemas autónomos), a necessidade de utilizar sistemas de armazenamentos (baterias), para que a energia gerada durante o dia possa ser utilizada durante a noite, ou aquela produzida nos dias em que a produção de energia for boa, possa ser utilizada nos dias em que a produção de energia for nula ou insuficiente. É de referir também que os sistemas ligados a rede elétrica, também podem conter sistemas de armazenamento, fazendo desses sistemas mais fiáveis no caso haver cortes de energia elétrica (Mocelin, 2014).

Segundo (CRESESB, 2014), bateria é um conjunto de células ou vasos eletroquímicos, conectados em série e/ou em paralelo, capazes de armazenar energia elétrica na forma de energia química por meio de um processo eletroquímico de oxidação e redução que ocorre em seu interior. Quando uma bateria carregada é conectada a uma carga elétrica, ocorre o processo reverso, ou seja, uma corrente contínua é produzida pela conversão de energia química em energia elétrica.

Segundo o mesmo autor, as baterias podem ser classificadas em duas categorias, que são: baterias primárias e baterias secundárias. Sendo que as baterias primárias são dispositivos eletroquímicos que, uma vez esgotados os reagentes que produzem energia elétrica, são

descartadas, pois não podem ser recarregadas. Já as baterias secundárias podem ser regeneradas, ou seja, através da aplicação de uma corrente elétrica em seus terminais pode-se reverter as reações responsáveis pela geração de energia elétrica e assim, recarregar novamente a bateria.

No mercado existe uma grande variedade de baterias, cada uma com as suas respectivas aplicações e as mais utilizadas para sistemas fotovoltaicos são as baterias secundárias de chumbo-ácido e níquel-cádmio (Castro, 2004).

As características requeridas para um desempenho satisfatório de baterias associadas a sistemas fotovoltaicos são: elevada vida cíclica para descargas profundas; pouca ou nenhuma necessidade de manutenção, alta eficiência de carregamento e boa confiabilidade (Castro, 2004).

Assim também segundo Castro, (2004), abaixo alguns componentes de um sistema PV e suas definições:

**Controladores de cargas** - Os controladores de carga são quase sempre incluídos nos sistemas fotovoltaicos isolado e podem ser definidas como protetores da bateria, com já o nome diz, controla a bateria ou bancos de baterias contra cargas ou descargas excessivas, aumentando assim a vida útil dos mesmos. Eles controlam a carga da bateria pela análise da tensão da mesma e interrompem o fornecimento às cargas externas quando é atingida a profundidade de descarga máxima da bateria. Da mesma forma interrompem o fornecimento da carga à bateria quando esta atinge a carga máxima.

É de referir que os controladores de carga são de extrema importância nos sistemas autónomos, e que se sofrerem alguma avaria, o banco de baterias pode ficar comprometida. Sendo assim tem que haver um grande cuidado ao projetar o sistema, visto que tem que levar em conta as especificações dos diversos tipos de baterias a serem utilizadas.

As principais funções dos controladores em um sistema fotovoltaico são: otimizar a carga da bateria, proteger a bateria contra sobrecarga, proteção sobre descargas indesejáveis e informar sobre o estado da carga. Os controladores de carga estão divididos em três tipos, que são reguladores série, reguladores paralelos ou shunt e reguladores MPP.

**Regulador série** – Sempre que o banco de baterias alcançar a tensão máxima de carga, os reguladores desconectam o arranjo fotovoltaico através de um relé ou uma chave de estado solido, voltando a conectar o arranjo fotovoltaico quando a tensão cai para um determinado valor.

**Reguladores paralelo ou shunt** - Reduz continuamente a potência do módulo, a partir do momento em que é atingida a tensão máxima de carga da bateria. Neste caso, como o painel continua a gerar energia, a corrente é curto-circuitada e controlada através de um elemento Shunt controlado. A energia não aproveitada é assim dissipada sob forma de calor.

**Regulador MPP**- Dado que a tensão da bateria determina o ponto operacional da curva característica do painel fotovoltaico, e que por esse motivo o painel fotovoltaico raramente funciona no ponto de máxima potência MPP (do inglês Maximum Power Point), os controladores de carga Shunt e série nem sempre conseguem fazer o melhor aproveitamento da energia disponível. As perdas de energia podem elevar-se a valores situados entre 10% a 40% dependendo da tensão da bateria, da irradiância e da temperatura. Isto pode ser evitado utilizando um sistema de rastreo MPP, que consiste essencialmente num conversor, CC/CC regulado.

## Capítulo II

### 2. Estudo de Caso

Neste capítulo irá se falar sobre o atual cenário da atividade piscatória do país e principalmente de São Vicente e da zona de São Pedro onde se irá dar o estudo de caso.

Para a realização deste estudo de caso foi-se para todas as zonas piscatórias da ilha a fim de se levantar o maior número de dados possíveis e também uma grande quantidade de opiniões tanto dos pescadores quanto dos técnicos de produção de gelo.

Visitou-se também as centrais produtoras da região aprendendo assim as técnicas utilizadas na ilha para se produzir gelo.

O estudo de caso tem por objeto de estudo a elaboração do sistema que irá produzir este gelo assim como o dimensionamento do sistema fotovoltaico, a escolha do congelador e dos containers e a análise financeira assim como os diversos impactes tanto ambientais como socioeconómicos do sistema.

Para aumentar a qualidade dos resultados obtidos recorreu-se ao *software* homer para o dimensionamento do sistema PV. Por fim do capítulo apresentou-se um resumo dos resultados obtidos.

#### 2.1.Sector da Pesca em Cabo Verde

Cabo Verde é um país insular composto por dez ilhas todas banhadas pelo oceano Atlântico, logo era já de se esperar que boa parte da subsistência de muitas famílias do país esteja em volta a pesca e ao aproveitamento deste recurso, também a economia do país ronda fortemente a volta do oceano sendo este uma das principais plataformas de desenvolvimento do país.

A pesca em Cabo Verde é na sua grande parte artesanal, praticada por aldeões de zonas piscatórias, a pesca semi-industrial é também praticada mas em muito menor escala e por poucos nativos sendo que grande parte da pesca semi-industrial e industrial é feita por embarcações estrangeiras que tem protocolos de pesca com o Governo Cabo-verdiano.

Segundo o relatório do INE, (2017), a pesca artesanal, em 2016, contava com 1683 embarcações e 5078 pescadores. A Ilha de Santiago apresenta maior número, tanto de pescadores como de embarcações de pesca artesanal, representando 35,4% e 36,7%, respetivamente, do total nacional. O que é demonstrado na tabela X abaixo.

Tabela 1: Caraterísticas da pesca artesanal em Cabo verde

	N.º de Botes	Nº de Pescadores	Nº médio de pescadores por embarcação
<b>Cabo Verde</b>	<b>1 683</b>	<b>5 078</b>	<b>3,0</b>
Santo Antão	156	640	4,1
S. Vicente	135	514	3,8
S. Nicolau	101	267	2,6
Sal	170	482	2,8
Boavista	140	318	2,3
Maio	107	229	2,1
Santiago	596	1 863	3,1
Fogo	172	514	3,0
Brava	106	251	2,4

Fonte: INE, 2017

Ainda segundo a INE<sup>4</sup>, (2017), no que diz respeito a pesca semi-industrial e industrial Cabo Verde contava em 2016 com cerca de 122 embarcações, empregando 1220 pescadores sendo que a maioria destas embarcações se encontravam na ilha de São Vicente representando a volta de 39.3% do total como pode ser observado na tabela X.

<sup>4</sup> INE- Instituto Nacional de Estatística

Tabela 2: Caraterísticas da pesca industrial em Cabo Verde

	N.º de Embarcação	N.º de Pescadores	N.º Médio de pescadores, por embarcação
<b>Cabo Verde</b>	<b>122</b>	<b>1 220</b>	<b>10,0</b>
Santo Antão	6	72	12,0
S. Vicente	48	502	10,5
S. Nicolau	5	58	11,6
Sal	7	63	9,0
Boa Vista	6	25	4,2
Maio	0	0	0,0
Santiago	45	456	10,1
Fogo	4	35	8,8
Brava	1	9	9,0

Fonte: INE, 2017

Em termos de volume de pescado, observa-se uma queda de 7,5% na quantidade de pescado entre os anos de 2012 e 2016, sendo que a queda na pesca artesanal foi de 3,8% e na industrial houve uma queda mais acentuada de cerca de 10,3% (INE, 2017).

A nível de capturas verificou-se no ano de 2016 uma maior diversificação do pescado com tunídeos (34,5%) e demersais (28,8%) na pesca artesanal, enquanto na pesca industrial predominam os tunídeos (74,6%) e pequenos pelágicos (20,2%) (INE, 2016). A Tabela Y demonstra uma síntese destes dados acima apresentados.

Tabela 3: Quantidades e tipos de pescados durante os anos de 2012 a 2016 em Cabo verde

	Artesanal	Industrial	Total
2012	4 310,00	5 954,70	10 264,70
2013	4 374,20	7 714,70	12 088,90
2014	4 417,50	9 839,40	14 256,90
2015	4 574,46	10 793,73	15 368,19
2016			
<b>Total</b>	<b>4 155,84</b>	<b>5 338,57</b>	<b>9 494,41</b>
Tunídeos	1 435,59	3 985,39	5 420,98
Pequenos Pelágicos	869,44	1 078,74	1 948,17
Demersais	1 198,33	204,13	1 402,46
Diversos	618,98	36,05	655,03
Crustáceos e Moluscos	11,74	34,26	45,99
Tubarões	21,77	0,00	21,77

Fonte: INE, 2017

“Os produtos do mar participam significativamente na pauta de exportação do país. De 2012 a 2016, o valor de pescado exportado registou um aumento de 22,7% e, em termos de peso, 62%. No entanto, de salientar que, entre 2015 e 2016, registou-se uma diminuição considerável, tanto no valor monetário (-22,6%), como no peso (-31,4%) do pescado exportado. De se referir ainda que, em 2016, o pescado exportado era constituído quase exclusivamente (99,9%) por peixes congelados, exceto filetes de peixes e outra carne” (INE, 2016, pag.259).

Um dos grandes problemas que tem afligido a pesca e diminuído o seu ritmo de crescimento é a incapacidade atual do país em suprir a procura por gelo e gelo de qualidade para conservação adequada deste pescado. Cada dia se tem intensificado os pedidos dos pescadores por este recurso de forma económica e ininterrupta, para melhorar os resultados e diminuir os custos do pescado no país.

## **2.2. Pesca e Produção de gelo em São Vicente**

São Vicente é a segunda principal ilha do país com uma área de 227 Km<sup>2</sup> e uma população de cerca de 81 863 habitantes e situada geograficamente nas coordenadas cartesianas de 16°N 57W, esta ilha se caracteriza por ser a ilha da cultura e do porto grande com o maior fluxo de embarcações marítimas assim como um maior numero de embarcações de pesca industrial. A ilha é demonstrada na figura Y.



Figura 10: Ilha de São Vicente



Fonte: Google Maps, 2018

Como já se havia demonstrado a ilha contém cerca de 135 botes de boca aberta que praticam pesca artesanal e 48 embarcações onde se pratica a pesca industrial, totalizando um número de 1016 pescadores distribuídos pelas seguintes zonas piscatórias: São Pedro, Salamanca, Baía, Calhau e Mindelo.

A nível de produção de gelo para conservação de pescado na ilha podemos encontrar duas centrais de produção, a central principal na zona de Cova d' Inglesa explorada atualmente pela empresa Frescomar, e que tem uma capacidade de produção de cerca de 50 a 60T de gelo por dia, capacidade esta dividida em três congeladores de 25T duas destas e 10 T num congelador de menor dimensão.

Estes tem uma potência total de 280 KW o que se traduz em 6,72 MWh/dia de energia consumida devido ao seu funcionamento ininterrupto, tais valores mais os custos com a água correspondem a custos de cerca de 2,5 milhões de ECV em épocas baixas e 5 milhões de ECV em meses altos (julho e agosto). O que se pode observar é um encargo altíssimo para

qualquer indústria, e esta energia é fornecida pela empresa concessionária local nomeadamente a ELECTRA.

Todos estes fatores levam a que 50 Kg de gelo seja vendido a 900 ECV no local, preço alto se formos observar a capacidade financeira dos pescadores e que se traduz num aumento considerável no preço do pescado na ilha. Esta central com a atual capacidade consegue suprir cerca de 70 a 80% da procura por gelo da ilha e em épocas altas apenas 60% da procura atual.

Figura 11: Complexo de pesca e gelo de Cova d' Inglesa



*Fonte: CCITCV<sup>5</sup>, 2016*

A outra central já é de menor porte no que diz respeito a capacidade de produção, com cerca de 400 Kg de gelo produzidos por dia, é um projeto de cooperação entre o Japão e Cabo Verde e que tem como principal característica ser um projeto pioneiro e piloto para novos projetos do tipo.

Esta central se caracteriza pela sua alimentação energética sendo esta suportada pela energia solar fotovoltaica uma forma sustentável e ecologia de produção de energia. Graças a esse sistema o preço que se vende 50 Kg de gelo na localidade é de cerca de 500 ECV o que representa uma poupança considerável, e mais pode ser dito visto que tal preço poderia ser

---

<sup>5</sup> CCITCV – Câmara do Comercio e Turismo de Cabo Verde

ainda menor visto que a água utilizada na produção de gelo é comprada em camiões cisternas por não haver água canalizada na zona o que acarreta um custo superior.

Localizado na própria cede dos pescadores este sistema é de tipologia Híbrida, ou seja recorre a mais de um tipo de fonte para alimentar a carga conforme a preferência do utilizador e disponibilidade do recurso solar. Os principais constituintes do sistema encontram-se apresentado na tabela X abaixo.

Tabela 4: Constituintes do Sistema de Produção de gelo da Salamansa

Designação	Capacidade	Quantidade
<b>Congelador</b>	7 KW	1
<b>Trocador Térmico</b>	5 KW	1
<b>Silo</b>	1T	1
<b>Módulos PV</b>	245 W	72
<b>Baterias</b>	1000 Ah	72
<b>Inversores Monofásico</b>	4,6 KW	3
<b>Inversor Trifásico</b>	15 KW	1
<b>Gerador Diesel</b>	15 KW	1

Fonte: Elaboração Própria, 2018

O sistema proposto agora neste trabalho é muito próximo a esta ideia de central mas de forma compacta em containers de forma a aumentar a versatilidade e a mobilidade do mesmo.

O sistema proposto como já referido esta muito próximo ao já existente na Salamansa diferenciando no arranjo fotovoltaico e os equipamentos mas a ideologia é a mesma, além disso o fato de estar encerrado em containers confere maior versatilidade e mobilidade ao sistema.

### 2.3. Localidade Piscatória de São Pedro

A zona piscatória de São Pedro localiza-se a 12 Km da cidade de São Vicente respetivamente Mindelo, e sobre as coordenadas de 15.83° N de latitude e 25.06° W de longitude, com uma população de 1745 habitantes, de salientar que esta será a zona do estudo de caso. A Imagem abaixo demonstra a localidade de São Pedro.

Figura 12: zona piscatória São Pedro



Fonte: Google Maps, 2018

A nível da pesca esta zona caracteriza-se por conter cerca de 300 pescadores divididos em embarcações de pesca artesanal e semi-industrial, a nível das embarcações existem atualmente cerca de 30 botes aberta, 5 embarcações de medio porte e 1 embarcação semi-industrial na zona.

Assim de acordo com as entrevistas realizadas aos pescadores da zona definiu-se os valores de gelo necessários em cada embarcação e também a quantidade de gelo que se deverá produzir para satisfazer a população de pescadores da área.

Tabela 5: Consumo em gelo das embarcações de São Pedro

Designação	Quantidade
<b>Embarcações Boca Aberta</b>	200 Kg / Semana
<b>Embarcações Medio Porte</b>	500 Kg / 3 dias
<b>Embarcações Semi-Industriais</b>	3T / 3 dias
<b>Total de Gelo Consumido Semanalmente</b>	15,5T / Semana
<b>Total de Gelo Consumido por dia</b>	2,25T / dia

Fonte: *Elaboração Própria, 2018*

Assim fica definido a capacidade de produção diária para a maquinaria produtora de gelo, tal terá que ter uma capacidade mínima de 2,25T por dia mas por razões de segurança e para evitar falhas de fornecimento irá se escolher um de 3T por dia.

## 2.4. Seleção do Congelador

Para atender a quantidade estipulada de gelo calculada em 3T por dia teve-se que procurar opções de mercado que conseguissem atender a tais parâmetros. Feito isso encontrou-se como a melhor opção o congelador da CBFi CV3000, que esta representado na figura abaixo.

Figura 13: Congelador modelo CV3000



Fonte: CBF<sup>6</sup>, 2018

Este sistema consegue produzir até 3 toneladas de gelo por dia, e com dimensões físicas reduzidas possibilitando assim a sua inserção nos containers de forma facilitada. Abaixo na tabela as suas características básicas.

Condições de funcionamento:

- Temperatura da água fornecida: 23° C;
- Temperatura de evaporação: -12° C;
- Temperatura de condensação: 40° C;
- Frequência da fonte alimentação: 50 hz;

---

<sup>6</sup> Website: <http://gzrefrigeration.com/2-ice-cube-machine/163928/>

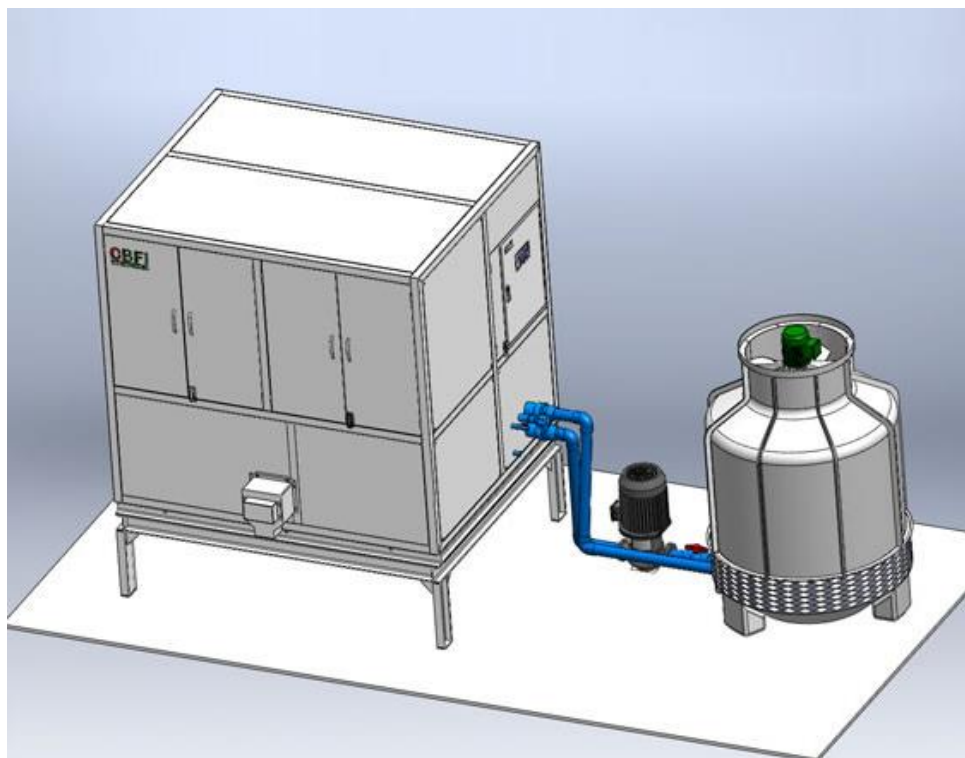
Tabela 6: Caraterísticas do Congelador

Designação	Caraterística
Capacidade de produção	3 T/dia
Potência estimada	9.68 KW
Potência da Bomba	0.37 KW
P. bomba arrefecimento	2.2 KW
P. ventoinha arrefecimento	0.75 KW
Dimensões W*H*L (mm)	1980*1630*1840
Peso	1 200 Kg

Fonte: CBFI, 2018

Em anexo estarão apresentados as imagens referentes as diversos constituintes da maquinaria. Para melhor se compreender a distribuição espacial e as dimensões da maquinaria apresenta-se abaixo o desenho técnico do mesmo, fornecido pela empresa.

Figura 14: Desenho Técnico do Congelador



Fonte: CBFI, 2018



A nível de custos um sistema destes custa 1 547 231 ECV segundo a empresa fabricante, de salientar que a este valor não são aplicados as taxas de importação.

Para fins de cálculo e dimensionamento do sistema fotovoltaico demarca-se a potência do sistema de congelação que encontra-se afixada nos 12.75 KW o que se traduz num consumo diário de 306 KWh/dia.

## 2.5. Seleção dos Containers

Para conter o sistema seleccionou-se dois containers um para abrigar o congelador e os componentes do sistema fotovoltaico e outro para servir de base de apoio do sistema com um gabinete para o técnico responsável para o sistema.

Estes estarão lado a lado aumentando assim a área disponível no teto para se instalar os painéis fotovoltaicos. Os containers seleccionados foram os de 40 pés (12 metros) com as dimensões apresentadas na figura.

Figura 15: Modelo de containers propostos



Fonte: CSCContainer<sup>7</sup>s, 2018

<sup>7</sup> Website: <https://site.csccontainers.com.br/produto/container-hc-40-pes/>



A utilização destes contentores irá facilitar a implementação do sistema além de o tornar mais versátil e aumentar a sua mobilidade. Podendo assim também se criar um sistema de módulos conversíveis de acordo com a necessidade de cada região.

## 2.6. Caracterização da Carga Elétrica do Sistema

Antes de se realizar o dimensionamento do sistema fotovoltaico no *software Homer* deve-se primeiro definir os parâmetros da carga que se deve alimentar referente ao congelador e ao gabinete de apoio.

Assim sendo a carga comporta-se da seguinte forma como demonstra a tabela abaixo.

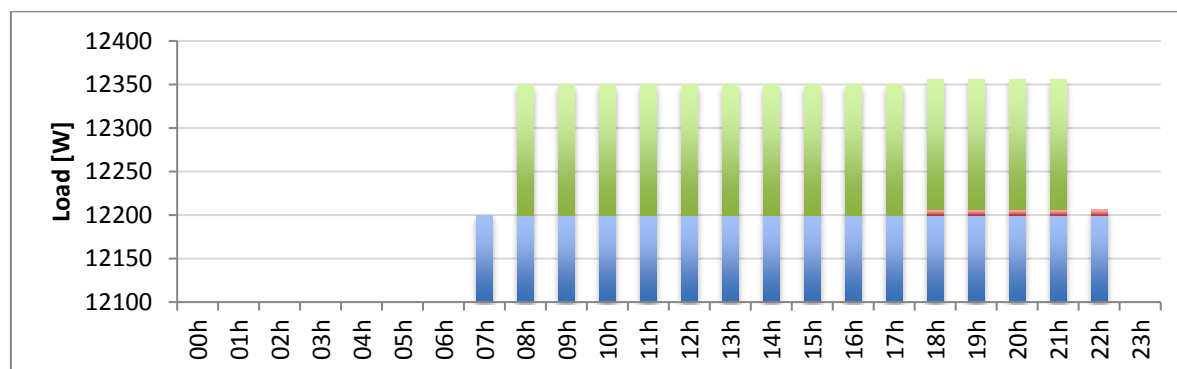
Tabela 7: Distribuição da carga pelas horas do dia

HOURLY LOAD [W]	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Congelador								12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200
Iluminação																			6	6	6	6	6	
Computador									150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	

Fonte: Elaboração Própria, 2018

Assim a potência total instalada situa-se em 12.5 KW e um total de 330 KWh/dia. Abaixo o diagrama de cargas do sistema completo e de demarcar que grande parte desta carga deriva do sistema de produção de gelo.

Figura 16: Diagrama de Carga do Sistema



Fonte: Elaboração Própria, 2018

## 2.7. Dimensionamento do sistema Fotovoltaico (Homer)

O *software* utilizado é altamente difundido atualmente e tem a capacidade de dimensionar sistemas híbridos levando em consideração vários dos aspetos que envolvem um projeto do tipo.

Assim sendo e já estabelecidos os parâmetros da carga passa-se ao dimensionamento do mesmo. Dos dados fornecidos pelo Homer e disponíveis em anexo pode-se então extrair os dados apresentados na presente tabela.

Tabela 8: Resumo dos dados fornecidos pelo Homer

Designação	Caraterísticas	Quantidades
<b>Painel Fotovoltaico</b>	13 KW (Módulos 275)	48 Módulos
<b>Inversor</b>	15 KVA	3 Inversores
<b>Baterias</b>	3 000 Ah	24 Baterias
<b>Custo Energia</b>	26 ECV	
<b>Investimento Inicial</b>	3 808 265 ECV	

Fonte: *Elaboração Própria, 2018*

Assim ajustando os resultados aos equipamentos disponíveis no mercado selecionou-se o inversor EFTEKTA 5 000 KVA um inversor Híbrido MPPT capaz de criar sistemas autónomos e com *backup* diversos, serão necessários para o sistema cerca de 3 dispositivos do tipo com ligação paralelo trifásico. As caraterísticas Gerais deste equipamento estão dispostos na tabela abaixo.

Tabela 9: Caraterísticas do Inversor EFTEKTA

Designação	Caraterísticas
Potencia Aparente	5 000 KVA
Potencia Real	4 000 KW
Tensão Bateria	48 VDC
Corrente de módulos	93 A
Corrente AC	22 A
Frequência	50 Hz
Tensão AC	230 VAC
Coeficiente de Potencia	1
Tensão Max. Módulos	145 VDC
Preço	110 263 ECV

Fonte: SolarImpact<sup>8</sup>, 2018

Tendo selecionado o inversor passa-se agora a escolha do módulo a ser utilizado. E pelo custo acessível e por corresponder as caraterísticas demarcadas pelo homer selecionou-se o modulo Ulica 275 W da Ulica Solar. As suas caraterísticas estão apresentados abaixo na tabela e também de forma mais detalhada nos anexos.

Tabela 10: Caraterísticas do Módulo selecionado

Designação	Valor
Potencia	275 W
Tensão	31.1 V
Corrente	8.85 A
Custo Unitário	13 224 ECV
Custo de Painel (48 módulos)	634 752 ECV

Fonte: SolarImpact, 2018

<sup>8</sup> Website: <https://loja.solarimpact.pt/Solar-Fovoltaico/inversores/inversor-isoladohibrido-2>

Já no que diz respeito as baterias foram selecionadas baterias de 3000 Ah da marca BAE Solar, tais baterias são de ciclo profundo sendo possível extrair uma grande quantidade de energia das mesmas. As suas caraterísticas estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 11: Caraterísticas das baterias selecionadas

Designação	Valor
<b>Potencia</b>	36 KW
<b>Tensão</b>	12 V
<b>Corrente</b>	3000 Ah
<b>Custo Unitário</b>	872 417 ECV
<b>Custo de String</b>	2 617 251 ECV

Fonte: MonSolar<sup>9</sup>, 2018

Assim resta apresentar a imagem dos diferentes constituintes apresentados no sistema.

Figura 17: Constituintes principais do sistema



Fonte: SolarImpact, 2018

Relembrando que os resultados obtidos pelo dimensionamento no Homer encontram-se disponíveis nos anexos.

<sup>9</sup> Website: <https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-bae-solar-gel-16-pvv-3040-12v-3000ah-c100.html>

## 2.8. Tipologia das Ligações do Sistema

O sistema será trifásico sendo a tensão entre fases de 380 VAC e a tensão fase neutro de 230 VAC, cada fase será criada por um dos inversores e por isso a necessidade de estabelecer entre eles uma comunicação paralela trifásica.

Assim sendo em cada um dos inversores e ou fase teremos uma potencia real de 4400 W correspondentes aos 16 módulos ligados em cada um dos inversores. Totalizando uma potência geral na linha trifásica de 13 200 W.

Aos inversores será ligada 16 módulos como já dito e estes serão divididos em 4 *strings* com 4 módulos em cada *string* totalizando uma corrente a entrada do inversor de 35.5 A (DC) e uma tensão a entrada de 124.4 VDC.

As baterias formarão um único *string* com as 24 baterias em serie totalizando uma corrente de 3000 Ah e uma tensão de 48 VDC.

No que diz respeito aos cabos utilizados e seus diâmetros estes estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 12: Cabos e Secções necessários

Designação	Secção	Quantidade	Custo
<b>Cabos Ligação Painéis</b>	6 mm <sup>2</sup>	350 m	35 000 ECV
<b>Cabos Baterias</b>	25 mm <sup>2</sup>	50 m	8 350 ECV
<b>Cabos Rede</b>	20 mm <sup>2</sup>	100 m	12 000 ECV

Fonte: Elaboração Própria, 2018

Com esta tipologia de ligação a própria rede elétrica ira servir *de back up* se no caso de se dar alguma avaria no sistema. Os inversores escolhidos tem esta capacidade de ligarem também a rede elétrica.

## 2.9. Custos do Sistema e Amortecimento

A nível de custos estima-se um investimento inicial moderado, e para se ter uma noção deste investimento deve-se levar em conta os valores apresentados abaixo, de evidenciar que estes valores não incluem taxas alfandegárias e outros custos do tipo.

Tabela 13: Custos dos equipamentos do sistema

Designação	Quantidade	Custos
<b>Congelador</b>	1	1 547 231 ECV
<b>Container</b>	2	437 928 ECV
<b>Inversores</b>	3	330 753 ECV
<b>Módulos</b>	48	634 752 ECV
<b>Baterias</b>	24	2 617 251 ECV
<b>Cabos</b>	-	55 350 ECV
<b>PC</b>	1	35 000 ECV
<b>Outros</b>	-	150 000 ECV
<b>Total</b>		4 808 265 ECV

Fonte: *Elaboração Própria, 2018*

De demarcar que estes valores são extraídos em diversos mercados e que sempre se pode encontrar equipamentos mais baratos diminuindo o investimento inicial demonstrando assim uma enorme versatilidade e tornando o sistema mais viável de acordo com a região onde é instalada.

Com a implementação do sistema e para que este seja auto sustentável enquadrou-se o preço do gelo produzido no mesmo aplicado na região de comparação nomeadamente a Salamanca e assim o gelo será vendido a 500\$ cada 50 Kg o que se traduz num montante de 30 000 ECV por dia e 900 000 ECV por mês tendo um amortecimento de 10 meses e visto que a zona de São Pedro já contempla de água da rede publica e passado estes dez meses o preço a que é vendido o gelo poderá muito bem ser reduzido a níveis mais aceitáveis.

## 2.10. Vantagens e Desvantagens do Sistema

O sistema apresentado como qualquer outro tem um conjunto de vantagens e desvantagens tanto económicos quanto para o seu meio envolvente.

Para se melhor entender os benefícios e limitações do sistema preparou-se um conjunto destas vantagens e também desvantagens apresentadas abaixo.

Como principais vantagens do sistema destacam-se as seguintes:

- Grande mobilidade do sistema podendo ser colocado e transportado para qualquer sítio;
- Sistema compacto e de fácil montagem e desmontagem;
- Adaptável a qualquer zona ou região quer seja em Cabo Verde ou qualquer outra região Africana;
- Baixo custo de produção e capacidade de ajustar a sua produção aumentando ou diminuindo a mesma;
- Investimento inicial moderado e rápido retorno do capital investido;
- Materiais disponíveis em muitos mercados e alguns até no mercado nacional;
- Amigo do ambiente por não emitir gases de efeito de estufa;
- Diminuição das emissões nas centrais elétricas convencionais;
- Aumento do rendimento da atividade piscatória;

Como principais desvantagens apresentam-se as seguintes:

- Os containers irão sofrer por degradação devido ao efeito da salinidade do ar das regiões marinhas;
- O sistema irá necessitar de uma alimentação de água contínua;
- *Back up* da rede de energia pública;
- Custo elevado das baterias e baixo período de vida útil;

## **2.11. Impactes Socioeconómicos e Ambientais**

A nível de impactes estes deverão passar por um estudo criterioso a fim de se descobrir todos os impactes tanto positivos como negativos sendo este já por si só um projeto monográfico, mas de alguma forma alguns impactes são possíveis de serem determinados e estes estão apresentado e envolvem impactes ambientais e socioeconómicos.

Os possíveis impactes encontrados foram:

- ✓ Impactes visuais nas zonas costeiras com os sistemas implementados;
- ✓ Impactes sonoros com o funcionamento do sistema de congelação;
- ✓ Diminuição da poluição da atmosfera em pequena escala;
- ✓ Aumento da qualidade do pescado vendido;
- ✓ Redução dos custos associados a conserva de pescado;
- ✓ Aumento do rendimento dos pescadores;
- ✓ Dinamização do sector das pescas;
- ✓ Baixos rejeitos e subprodutos residuais;

Poderia se enumerar um vasto conjunto de impactes mas como já referido não é este o foco do trabalho agora apresentado. Assim pode-se observar que os impactes assistem e tem diferentes níveis e podem ser tanto benéficos como malignos ao meio principalmente.

De notar que mesmo assim tais impactes ditos negativos não poem em causa a qualidade do projeto e são facilmente contornáveis e cobertos pelas enumeras vantagens e impactes positivos do sistema.



## 2.12. Resultados Finais

Por fim resumiu-se os resultados obtidos no projeto de forma a facilitar a compreensão e assimilar o que foi obtido com o estudo. Tais resultados podem ser observados na tabela abaixo.

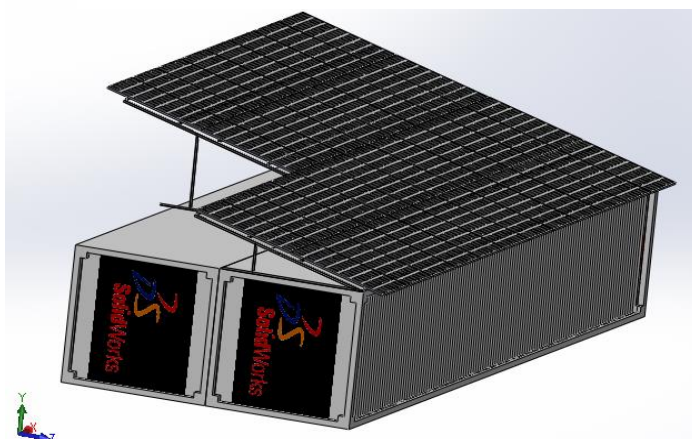
Tabela 14: Resultados obtidos com o projeto

Designação	Quantidade/Valor
Potência do Sistema Fotovoltaico	15 KVA / 13KW
Capacidade de Produção Diária (gelo)	3 Ton
Custo de 50 kg de gelo (1º ano)	500 ECV
Faturação Mensal	900 000 ECV
Investimento Inicial	4 808 265 ECV
Amortecimento	5 Meses
CO <sub>2</sub> não Emitido com o Projeto	1 806 m <sup>3</sup> / ano

Fonte; Elaboração Própria, 2018

Por fim também se apresenta um desenho desenvolvido em *solidworks* para dar uma noção do aspeto final do sistema a implementar.

Figura 18: Desenho técnico do sistema



Fonte: Elaboração Própria, 2018

### **3. Recomendações e Trabalhos Futuros**

No decorrer do trabalho muitas foram as dificuldades encontradas e que a muito foram demarcadas, principalmente no que tange a bibliografia, também o recolher de dados atuais junto a instituições da área é muito complicado e a maioria dos dados cedidos por estes já é muito desatualizado daí a necessidade de se ir as localidades.

A nível de recomendações para futuros trabalhos destacam-se os seguintes:

- ✓ Analise económica mais profunda dos custos de produção de gelo no país;
- ✓ Avaliação dos melhores métodos a serem aplicados na produção de gelo;
- ✓ Estudo de viabilidade económica mais evoluído e detalhado;
- ✓ Demarcação de possíveis zonas que poderiam beneficiar com o projeto atual;
- ✓ Analisar custo do pescado considerando preço da sua conservação;

Também observou-se que com o atual cenário do país e com o aumento da procura de sistemas funcionais e baratos este poderia muito bem ser uma opção viável para seleccionar o problema.

Para uma melhor implementação do sistema e a sua devida inserção no mercado recomenda-se uma interação de todos os atores envolvidos na atividade piscatória de forma a facilitar o dimensionamento dos sistemas evitando falhas na quantidade necessária a ser produzida.

#### **4. Conclusões**

O aproveitamento de energia solar para o fabrico do gelo não é uma novidade na ilha de São Vicente, visto que já existe a fábrica de gelo na comunidade de Salamanca, e também pode-se dizer que no país já existe outros projetos similares, normalmente localizadas em zonas mais afastadas dos centros. É de referir que os sucessos dos projetos não são comprometidos devido a quantidade de projetos idênticos, mas sim do valor que estes agregam a sociedade (local) da implementação. Embora a originalidade do projeto seja uma característica muito importante, também o acrescentar de novas ideias aos projetos já existentes, tornam o projeto mais viável e atraente para os financiadores. Seguindo esta logica de raciocinio o projeto apresentado, apresentou como novidade o facto de ser confinado a dois containers, de forma a tornar o sistema mais prático e versátil podendo este ser adaptado a qualquer zona de Cabo Verde ou mesmo do continente Africano.

Já na reta final desse trabalho, já anteriormente apresentado todos os conceitos julgados como as mais relevantes para compreender o funcionamento desse sistema de aproveitamento de energia solar para o fabrico do gelo, bem como depois de analisar a viabilidade económica do projeto, tendo em conta a procura do gelo por parte dos pescadores em relação as condições de oferta do mesmo por parte das fabricas do gelo, estou em condições de afirmar que a implementação desse projeto é uma mais-valia para a comunidade de São Pedro, mais propriamente para os pescadores dessa localidade bem como para as outras pessoas que de uma forma ou de outra, tem o pescado como fonte de renda. Isto deve-se principalmente ao facto de que o sistema apresentado ser alimentado por uma fonte de energia inesgotável, livre, abundante no local de implementação, barata e ecológica.

O sistema proposto combaterá a forte procura de gelo por parte dos pescadores da comunidade de São Pedro, vai dinamizar o sector de pesca local, e ainda não esquece da natureza, pois com esse sistema implementado será menos 1806m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> lançados a natureza todos os anos, valor esse que pode parecer insignificante, mas se considerarmos o tempo de vida de funcionamento desse sistema, concluirá que no final terá poupado a natureza de um número bastante considerável de toneladas de CO<sub>2</sub>. Sendo um projeto

ecológico e eficiente, e levando em conta os resultados obtidos, será um sistema capaz de proporcionar aos pescadores um gelo de qualidade, a um preço acessível, poupando-os ainda o preço de transporte que gastam para ir as duas fábricas comprar.

Pode-se ainda comparar o preço que será vendido o gelo aos pescadores com a implantação desse sistema, em relação ao preço atualmente praticado no mercado (preço que as duas fabricas de gelo vendem 50 kg de gelo), e concluirá que em relação a fábrica de gelo da “Covi” os pescadores passarão a pagar menos 45% por cada 50kg de gelo, e que em relação a fabrica de gelo da comunidade de Salamanca, os pescadores pagarão o mesmo preço mas que se considerar o transporte para deslocar ate essa localidade, o sistema proposto de certeza será a opção mais viável para os pescadores da comunidade de São Pedro. Ainda de considerar que o preço praticado inicialmente será reduzido depois do primeiro ano de funcionamento, tempo este que o projeto já terá amortecido, ganhando assim um novo destaque, de ser a que oferece o preço mais reduzido sem mexer nos paramentos de qualidade do gelo.

Para terminar é importante referir que a divulgação das dificuldades em termos da implementação e da sustentabilidade dos projetos, são fundamentais para que erros cometidos não voltem a ocorrer no futuro. A incorporação de um componente informativo e de treinamento dos usuários nos projetos, proporciona um salto qualitativo em relação a sua sustentabilidade e redução de fracassos. Além disso, os impactos sociais culturais e ambientais costumam ocorrer e, mesmo que sejam de difícil determinação, não devem ser ignorados mas sim, deve haver, por parte dos responsáveis pelo projeto, um esforço extra para que isto ocorra.

## 5. Bibliografia

- Bandeira, E. (2013). “*Projeto de refrigeração através da utilização da energia solar*”, Monografia, Universidade de São Paulo.
- Castro, R. M. G. (2004) “*Introdução à energia fotovoltaica*”, 3º Edição, Lisboa
- CEPEL (2006) “*Energia solar-Princípios e aplicações*”, 2º Edição, Rio de Janeiro.
- CEPEL/CRESESB (2004) “*Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*”, 1º Edição, Rio de Janeiro.
- Chang Raymond, (2010), “*Química Geral*”, 4º Edição, Porto Editora, Porto.
- GREENPRO, (2004), “*Energia Fotovoltaica-manual sobre tecnologias, projeto e instalação*”, 1º Edição, New York.
- IEA, (2017), “*Revista de Estado da Tecnologia*”, 1º Edição, Golden. New York.
- IMHOFF, J. (2007). *Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos*, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Gesto Energy, (2011), “*Plano Energético Renovável de Cabo Verde*”, Direção geral da Energia, Praia.
- MOCELIN, A (2014). *Qualificação profissional e capacitação laboratorial em sistemas Fotovoltaicos*, Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.
- PEREIRA, D et alii. (2009) “*Manual BPE Pescado*”, 2º Edição, São Paulo.
- REN21, (2016), “*Relatório das Energias Renováveis: Relatório da situação Mundial*”, França.
- ROSA, A. (2012). *Projeto e Dimensionamento de um Protótipo de uma instalação de Fabrico de Gelo com Energia Solar*, Dissertação de Mestrado. Setúbal.

### Webgrafia:

Portal da Educação, (2018), Estrutura do gelo, acedido em 12 de novembro de 2018 em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/a-estrutura-do-gelo-e-sua-importancia/61859> ;

## 6. Anexos

Relatório obtido pelo Homer.

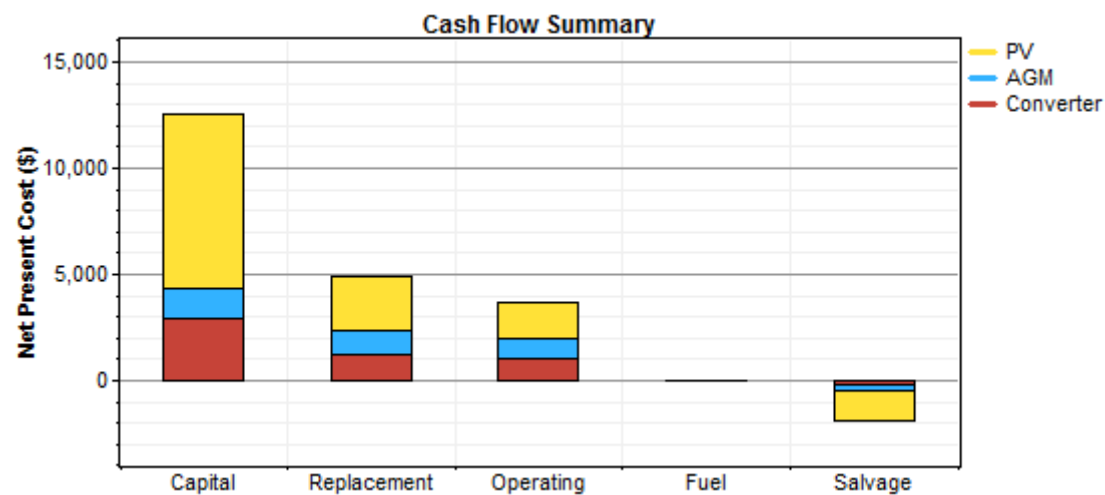
### System Report - Project1

#### System architecture

PV Array	13 kW
Battery	4 AGM
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW

#### Cost summary

Total net present cost	\$ 19,010
Levelized cost of energy	\$ 0.164/kWh
Operating cost	\$ 510/yr



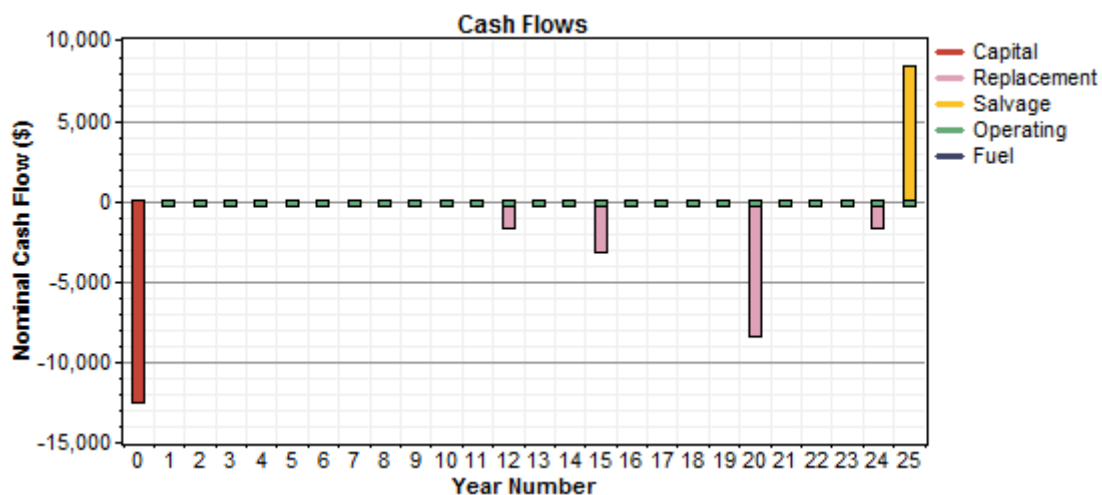
#### Net Present Costs

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
PV	8,151	2,542	1,662	0	-1,424	10,930
AGM	1,464	1,089	1,023	0	-313	3,263
Converter	2,880	1,202	959	0	-224	4,817
System	12,495	4,832	3,643	0	-1,961	19,010

#### Annualized Costs

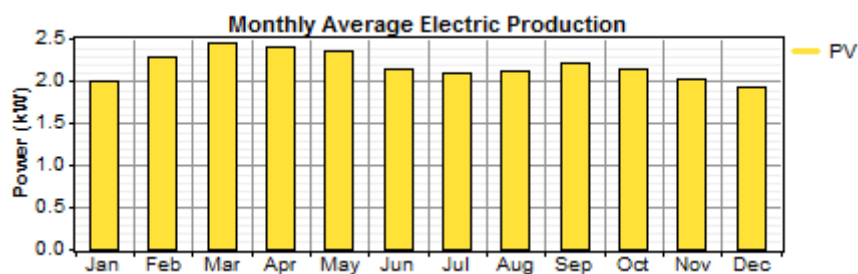
Component	Capital (\$/yr)	Replacement (\$/yr)	O&M (\$/yr)	Fuel (\$/yr)	Salvage (\$/yr)	Total (\$/yr)

PV	638	199	130	0	-111	855
AGM	115	85	80	0	-24	255
Converter	225	94	75	0	-17	377
System	977	378	285	0	-153	1,487



## Electrical

Component	Production	Fraction
	(kWh/yr)	
PV array	19,108	100%
Total	19,108	100%



Load	Consumption	Fraction
	(kWh/yr)	
AC primary load	9,086	100%
Total	9,086	100%

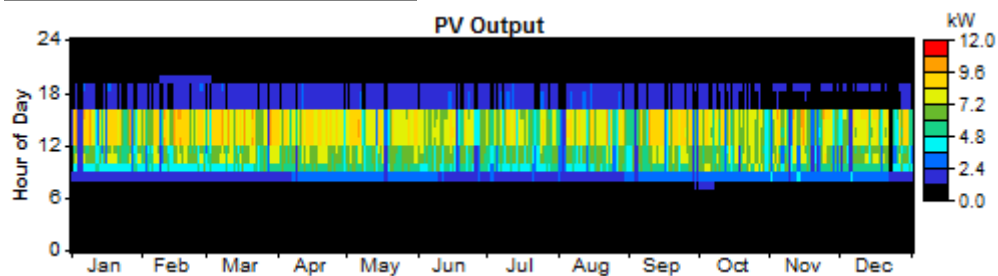
Quantity	Value	Units
Excess electricity	8,132	kWh/yr
Unmet load	8,142	kWh/yr

Capacity shortage	15,921	kWh/yr
Renewable fraction	1.000	

## PV

Quantity	Value	Units
Rated capacity	13.0	kW
Mean output	2.18	kW
Mean output	52.4	kWh/d
Capacity factor	16.8	%
Total production	19,108	kWh/yr

Quantity	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	10.3	kW
PV penetration	111	%
Hours of operation	4,420	hr/yr
Levelized cost	0.0447	\$/kWh



## Battery

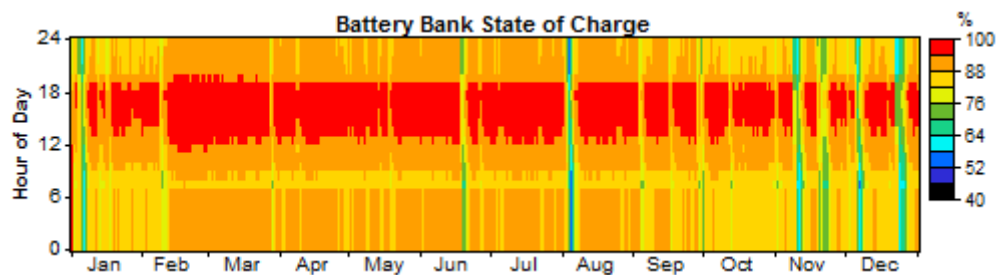
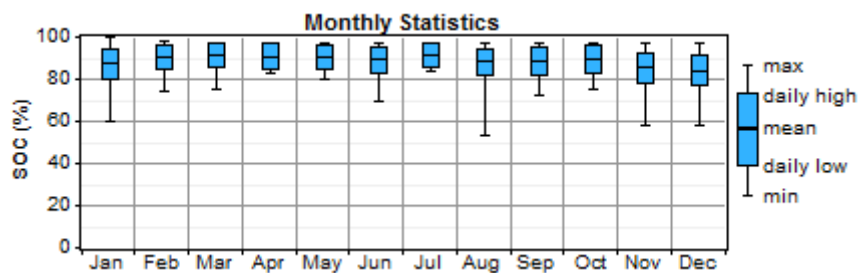
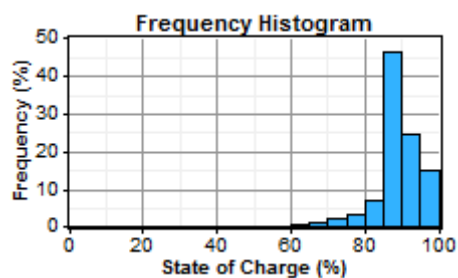
Quantity	Value
String size	4
Strings in parallel	1
Batteries	4
Bus voltage (V)	48

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	12.5	kWh
Usable nominal capacity	7.49	kWh
Autonomy	3.81	hr



Lifetime throughput	126,159	kWh
Battery wear cost	0.013	\$/kWh
Average energy cost	0.000	\$/kWh

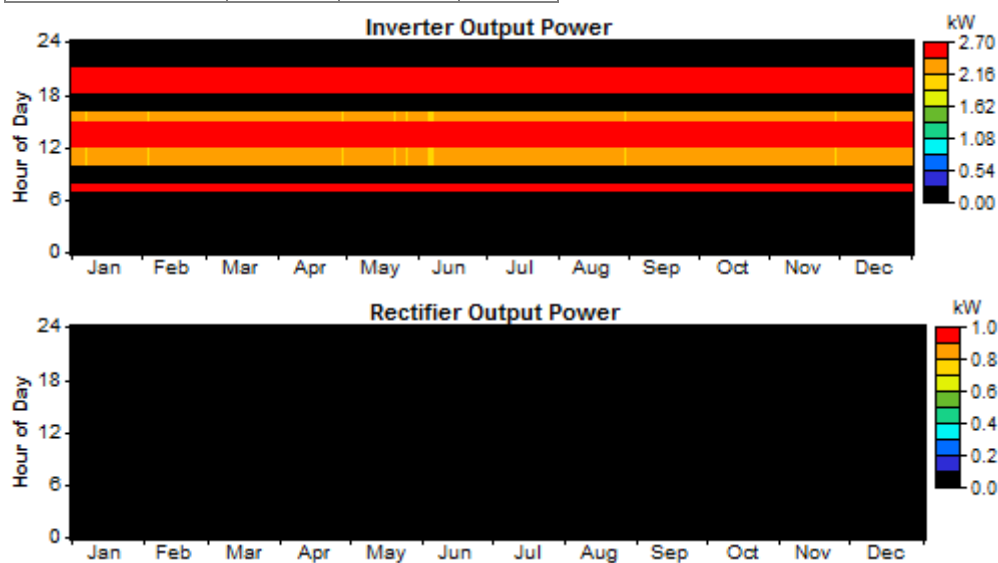
Quantity	Value	Units
Energy in	4,460	kWh/yr
Energy out	3,579	kWh/yr
Storage depletion	1.69	kWh/yr
Losses	879	kWh/yr
Annual throughput	4,002	kWh/yr
Expected life	12.0	yr



## Converter

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	2.50	2.50	kW
Mean output	1.04	0.00	kW
Minimum output	0.00	0.00	kW

Maximum output	2.50	0.00	kW
Capacity factor	41.5	0.0	%
Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of operation	5,475	0	hrs/yr
Energy in	10,095	0	kWh/yr
Energy out	9,086	0	kWh/yr
Losses	1,009	0	kWh/yr



## Emissions

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	0
Carbon monoxide	0
Unburned hydrocarbons	0
Particulate matter	0
Sulfur dioxide	0
Nitrogen oxides	0

UL-265P-60 UL-270P-60 UL-275P-60 UL-280P-60



Ulica Solar is a subsidiary of Shanshan Co.,Ltd(SH.600884), Top 500 Enterprise in China. Ulica designs and manufactures high-quality solar cells and panels starting from August 2005. Its product line covers both mono and poly crystalline models, suitable for full range of projects from off-grid to on-grid, from residential to commercial.

**NEW (5BB)**



**5 Bus bar cell design**

More evenly distributed mechanical stress  
Less micro cracks and resistance losses  
Higher fill factor and higher performance



**Positive power tolerance (0~+5W)**



**Outstanding mechanical load resistance**

3800 Pa wind load, 5400 Pa snow load



**High performance under low light**

Works at cloudy, rainy days



**Anti-PID(potential induced degradation)**

Passed anti-PID test under 85% damp heat,  
85% relative humidity for 96 hours



**Great Durability against extreme conditions**

Passed salt mist corrosion test, ammonia corrosion test,  
dust & sand test, fire test, all certified by TÜV



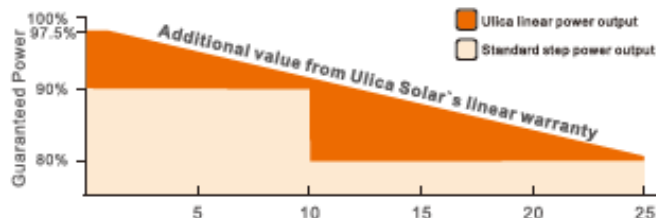
**Double electroluminescence (EL) tests**

Carefully inspected before and after lamination  
to guarantee fault-free modules



**World famous insurance**

CHUBB(USA), Solar Insurance&Finance(Netherlands), AON(Japan)



**12-year product warranty**

**25-year linear power warranty**



Add: No.181 Shanshan Road, Wangchun Industrial District, Ningbo, China  
Tel: +86-574-28828978 Fax: +86-574-28828997  
Email: ulicasales@ulsolar.com.cn Web: www.ulicasolar.com

**ULICA SOLAR**

## POLY 265W/270W/275W/280W



### ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical Parameters Standard Test Conditions

Module Type		UL-265P-60	UL-270P-60	UL-275P-60	UL-280P-60
Power Output	P <sub>max</sub> W	265	270	275	280
Power Tolerance	ΔP <sub>max</sub> W			0/+5W	
Module Efficiency	η <sub>m</sub> %	16.19	16.50	16.80	17.11
Voltage at P <sub>max</sub>	V <sub>m</sub> V	30.9	31.0	31.1	31.3
Current at P <sub>max</sub>	I <sub>m</sub> A	8.58	8.71	8.85	8.95
Open-Circuit Voltage	V <sub>oc</sub> V	38.0	38.2	38.3	38.5
Short-Circuit Current	I <sub>sc</sub> A	9.02	9.13	9.25	9.35

STC: 1000W/m<sup>2</sup> irradiance, 25°C module temperature, AM1.5 spectrum.

### THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal Operating Cell Temperature	NOCT	°C	45±2
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub>	γ	%/°C	-0.403
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	β <sub>voc</sub>	%/°C	-0.330
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	α <sub>isc</sub>	%/°C	+0.049

### OPERATING CONDITIONS

Max. System Voltage	1000V
Max. Series Fuse Rating	15A
Operating Temperature Range	-40°C ~ 85°C
Max static snow load	5400Pa
Max static wind load	3800Pa
Application Class	A

### CONSTRUCTION MATERIALS

Front Cover(material/type/thickness)	low-iron tempered glass/3.2mm
Cell(quantity/material/type/dimension)	60/polycrystalline/156.75x156.75mm
Encapsulant(material)	ethylene vinyl acetate(EVA)
Frame(material/anodization color)	anodized aluminum alloy/silver or black
Junction Box(protection degree)	IP67
Cable(length/cross-sectional area)	900mm/4mm <sup>2</sup>
Plug Connector	MC4 compatible

### GENERAL CHARACTERISTICS

Dimension(L/W/H)	1650/992/35mm
Weight	18.5kg

### PACKING CONFIGURATION

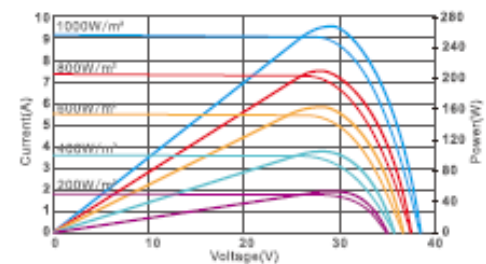
Pallet Size(L/W/H)	1710/1120/2350mm
Pallet Weight	1150kg
Pieces per Pallet	60pcs
Pieces per Container	780pcs

### INTERNATIONAL CERTIFICATES

- TÜV SÜD, TÜV NORD, UL, CE, JET, CEC, MCS, CQC, IMETRO, NRE, KS
- ISO9001:2008
- ISO14001:2004
- BS OHSAS 18001:2007

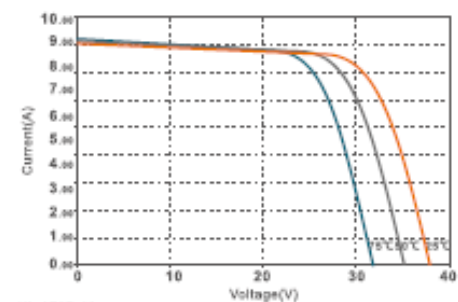
### I-V CURVE

I-V characteristics at different irradiances

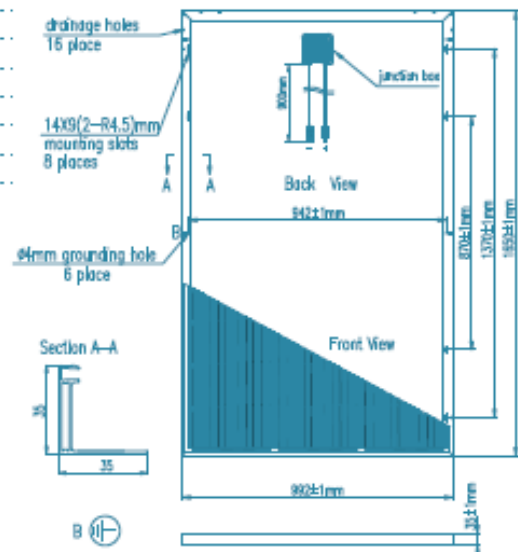


UL-270P-60

I-V characteristics at different temperature



UL-270P-60



Please read the instruction entirely before handling, installing and operating Ulica Solar modules.  
Due to continuous research and development, the specification is subject to change without prior notice.

[WWW.ULICASOLAR.COM](http://WWW.ULICASOLAR.COM)

## Carateristicas e materiais do congelador:

### Compressor



### Motor de agitação



### Congelador no container



**Sites dos Equipamentos:**

Baterias (monsolar) - <https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-bae-solar-gel-16-pvv-3040-12v-3000ah-c100.html> ;

Congelador (CBFI)- <http://gzrefrigeration.com/2-ice-cube-machine/163928/> ;

Módulos (solarimpact) - <https://loja.solarimpact.pt/modulo-fotovoltaico-ulica-solar-305wp-mono-full-black> ;